

日本における農村社会と農機具のかかわり  
—歴史的展開に見る技術の進歩—

2007年3月

国際協力機構  
筑波国際センター

## 緒 言

このテキストは、国際協力機構（JICA）が実施している農業・農村開発分野の研修コースの中でも特に農業機械関連研修コースに参加する研修員を念頭に編さんしました。

つまり、研修員がわが国の稻作を中心とした農機具の技術論的特質と古代から現代までの歴史的技術展開を理解し、その知識を母国における農業機械開発と農村開発に活用することをねらいとしています。

そして、本書は、農業機械専門コースのみならず農業・農村開発、生活改善関連等の幅広いコースの副読本としても有効です。

さらに、在外で技術移転活動を行っている専門家、ボランティア並びに現地カウンターパートにとっても座右の書として活用されることを期待しています。

ここに本テキスト作成にご協力いただいた執筆者の方々へ厚く感謝の意を表します。

2007年3月1日

青木 真

国際協力機構 筑波国際センター  
所長 青木 真

# 目 次

1. このテキストを利用する方へ .....	1
2. 農機具発達史の概要 .....	3
—前期—	
2. 1 農耕の始まりから武家社会へ .....	3
2. 2 太閤検地から江戸時代末まで .....	4
2. 3 明治維新から第一次大戦まで .....	5
2. 4 第一次大戦から第二次大戦まで .....	6
—後期—	
2. 5 終戦直後の農機具導入 .....	7
2. 6 高度経済成長期の進展 .....	8
2. 7 米作偏重からの脱出 .....	9
2. 8 小規模経営からの脱皮 .....	11
3. 動力源・トラクタ .....	13
3. 1 農業機械の導入期（昭和 40（1965）年以前） .....	13
3. 2 農業機械の成長期（昭和 40（1965）年～昭和 50（1975）年） .....	13
3. 3 農業機械の成熟・飽和期（昭和 51（1976）年～昭和 60（1985）年） .....	14
3. 4 農業機械の多様化期（質的転換期）（昭和 61（1986）年～平成 18（2006）年） .....	14
3. 5 農用内燃機関と歩行形トラクタ .....	14
3. 5. 1 農用石油発動機の開発（昭和 20（1945）年以前）	
3. 5. 2 歩行形トラクタの研究開発の歩み	
3. 5. 3 耕うん機の本格的開発始動期（昭和 20～27（1945～1952）年）	
3. 5. 4 耕うん機の発達とそのブーム期（昭和 28～35（1953～1960）年）	
3. 5. 5 耕うん機の完成期（昭和 36～50（1961～1975）年）	
3. 5. 6 耕うん機の成熟、多様化期（昭和 51～平成 18（1976～2006）年）	
3. 6 農用トラクタ .....	22
3. 6. 1 国産農用トラクタの黎明期（昭和 40（1965）年以前）	
3. 6. 2 トラクタリゼーションの到来（昭和 40～49（1965～1974）年）	
3. 6. 3 本格的なトラクタ（昭和 50～59（1975～1984）年）	
3. 6. 4 メカトロ化の進行とトラクタの多様化（昭和 60～平成 18（1985～2006）年）	
4. 耕うん整地 .....	33
4. 1 概要 .....	33
4. 1. 1 鍬、犁時代の集約的な耕うん整地作業	
4. 1. 2 慣行の耕うん作業体系	
4. 1. 3 乾田馬耕の奨励と機械化への萌芽	
4. 1. 4 昭和 35（1960）年代以降の機械化耕うん整地作業	
4. 2 鍬（くわ） .....	34
4. 2. 1 鍬の歴史	
4. 2. 2 鍬の構造と種類	
4. 3 鋤（すき） .....	35
4. 4 犁（すき） .....	35
4. 4. 1 犁の歴史は古くて新しい	
4. 4. 2 在来犁の類型とその改良	
4. 4. 3 近代短床犁の主な改良点	
4. 4. 4 トラクタ装着犁	
4. 5 プラウ .....	39
4. 5. 1 明治政府の洋式農具の輸入と政策	
4. 5. 2 北海道における「プラウ農法」の発展経過	

4. 5. 3 プラウの特徴	
4. 5. 4 戦後のプラウの利用	
<b>4. 6 碎土器</b>	<b>41</b>
4. 6. 1 代かき作業の変遷	
<b>4. 7 ロータリ</b>	<b>42</b>
4. 7. 1 石油発動機の導入が農業機械化の第一歩 —児島干拓地の事例を中心に	
4. 7. 2 小形耕うん機の輸入開始	
4. 7. 3 国産耕うん機の開発	
4. 7. 4 国産耕うん機の主な改良経過	
4. 7. 5 ロータリ以外の動力耕うん機の開発	
4. 7. 6 第二次世界大戦中および戦後の耕うん機械化の発展	
4. 7. 7 中形、大形機械化への発展	
<b>4. 8 田植え作業</b>	<b>44</b>
4. 8. 1 人力田植えの用具（植え付け基準作成用具）	
4. 8. 2 田植機研究の歴史	
4. 8. 3 苗取り作業に制約された根洗苗用田植機	
4. 8. 4 外国の田植機開発も刺激となる	
4. 8. 5 土付き苗用田植機の開発	
<b>4. 9 直播栽培とたこ足式播種器</b>	<b>47</b>
<b>4. 10 中耕・除草・防除</b>	<b>47</b>
4. 10. 1 がんづめ（雁爪）	
4. 10. 2 八反取り	
4. 10. 3 回転中耕除草器（太一車）	
4. 10. 4 水田中耕除草器	
4. 10. 5 畜力用水田中耕除草器	
4. 10. 6 動力中耕除草機	
4. 10. 7 株間取り除草器	
4. 10. 8 除草剤の利用で除草作業は一変	
4. 10. 9 防除機	
<b>5. 稲の収穫と収穫後処理技術</b>	<b>54</b>
<b>5. 1 伝統的な技術（手刈りをしていた時代）—古代から明治維新まで—</b>	<b>54</b>
5. 1. 1 鉄鎌が使われる前の穂摘みと米の流通形態	
5. 1. 2 鎌による根刈り	
5. 1. 3 結束と乾燥	
5. 1. 4 脱穀	
5. 1. 5 日本の農民が粉摺りをするということは	
5. 1. 6 玄米生産による農民の変化	
5. 1. 7 粉摺りに伴う諸作業とその特質	
5. 1. 8 粉摺り用具 (1) 木臼 (2) 土臼	
5. 1. 9 選別機 (1) 風選機 (2) ゆり板・箕 (3) 万石通 (4) 篩 (5) 縦線米選機	
5. 1. 10 俵と藁製品	
5. 1. 11 玄米の貯蔵	
5. 1. 12 玄米から白米へ	
5. 1. 13 どうして玄米流通になったのか	
5. 1. 14 玄米流通を可能とした自然的条件	
<b>5. 2 明治以降、20世紀半ばまで</b>	<b>71</b>
5. 2. 1 明治維新	
5. 2. 2 足踏み脱穀機の出現	
5. 2. 3 動力脱穀機	

5. 2. 4	新しい粉摺り機の出現	
5. 2. 5	製縄機	
5. 2. 6	第二次大戦直後の動力脱穀機と粉摺り機の急増	
5. 2. 7	農家用精米機	
5. 2. 8	農業機械化の様相の変化	
<b>5. 3</b>	<b>機械刈りの時代</b>	<b>80</b>
5. 3. 1	米の機械刈りの試み	
5. 3. 2	バインダの出現	
5. 3. 3	自走式自動脱穀機と生脱穀	
5. 3. 4	粉乾燥機が必須になる	
5. 3. 5	テンパリング乾燥機の出現	
5. 3. 6	揺動式粉・玄米選別機	
5. 3. 7	回転式米選機	
5. 3. 8	輸送手段の機械化	
5. 3. 9	コンバインの普及	
5. 3. 10	ライスセンタとカントリエレベータ	
5. 3. 11	玄米倉庫の低温化	
5. 3. 12	日本の商業的精米所 (1) 原料タンク (2) 原料精選 (3) 精白過程 (4) 碎米分離 (5) 白米精選・計量・包装 (6) 集糠	
5. 3. 13	白米の貯蔵	
<b>付</b>	<b>稻と小麦の栽培・加工・消費形態の相違とそれのもたらす社会的結果</b>	<b>95</b>
1.	稻と小麦の栽培形態の相違とそれによってもたらされる経営形態等の相違	
2.	米は粒食、小麦は粉食をする理由	
3.	両者の加工過程の特徴	
4.	欧州と日本=技術的過程の集中・対・分散	
5.	日本以外の稻作地域	
<b>執筆者について</b>		<b>98</b>
清水 浩		
小池 正之		
下田 博之		
古賀 康正		

# 1. このテキストを利用する方へ

## 1.1 農機具利用の社会的意義

いまから約2,300年前、稻作は朝鮮半島を経由して九州北部へ伝えられた。稻作は人類に定住化をもたらし、人々に土地に対する意識を芽生えさせたであろうことは、想像に難くない。そこでは人間の叡智と技術及び社会が相互に関連し合い、稻作用農具の改良・発明が行われてきたと考えられる。

稻作における農機具の役割について考えてみよう。たとえば弥生時代中期に稻作とともに伝えられた農具は、農具の進歩と併行する形で稻作の進歩に大きな影響を及ぼした。しかしそこでは、農具だけでなく、施肥、防虫、品種改良などの技術とともに進歩し、ひいては社会構造の変化を促すことになったのである。

たとえば、長野県松本平では、現存する最古の耕うん具はU字形鋤先であると言われる。また、稻作伝播経路をたどると、その経路では磨製石器を用いた木製農具の製作が発達していたと指摘されている。つまり、農具製作に従事する技術屋集団が確実に存在していたと思われる。また、古墳時代の鋤などの加工痕からは、木製農具製作のための工具が磨製石器から鉄器へと移り変っていたことも判明した。やがて古墳時代中期になると耕うん具の刃に鉄が用いられ始める。これらの鉄製農具の所有は隸属農民を従えた支配層に限られたもので、鉄製鋤先の出土が目立って増えるのは小鎌治が胎頭する平安時代になってからである。

このように古代から中世にかけて耕うん具の代表的農具である鋤の製造技術と社会との関りをみても、二つの要因が相互に能動的な社会的影響を及ぼし合いながら技術進化を遂げている様子がうかがえる。

社会との関りについて更に顕著な例は、千歯扱きに見ることができる。千歯扱きは、当初麦の脱穀用具として17世紀後半には実用化されていた。しかし、竹製の歯は耐久性に乏しく、穂を落とすための麦の第1次脱穀には充分であったが、粉を扱き落す稻の脱穀には適さず、鉄製の歯をもつ稻扱ぎに改良されるには更に半世紀を要した。稻扱ぎの使用により、作業能率は3~10倍になったと言われ、江戸時代後期にはその技術力は一気に開花することになったのである。

このような農具を始めとする技術発展により、稻作の玄米収量は弥生時代後期で $100\text{kg}/1000\text{m}^2$ (長野県)であったが、現在では $697.7\text{kg}/1000\text{m}^2$ と約7倍の収量増となっている。

## 1.2 日本の農機具利用の経験と途上国への技術移転の展望

わが国の農機具利用の経験が途上国の営農形態の改善・向上に役立つかどうか。その帰趨は、農機具運用方式の中身の仕上り具合に大きく影響されるものと考えられる。A地域での成功例は、B地域での失敗例となるかもしれない。ODA援助の網から外れた地域で、かえって、技術進歩が目覚しいと言った例が生じるかもしれない。このように農業機械化の普及を視野に入れた場合、この課題は本質的に個別的、自律

的であるとの特性を有しているとの現実に気付かされる。そのような状況を踏まえて考えると、およそ農業機械化を推進する要諦は、以下のような考えに基づくことがその第一歩を踏み出す契機になるのではないかと考えられる。

- (1) わが国の農業機械化は、機械を購入する農家の経済から見れば自己完結的特性をもっているといえる。とくに水稻作で日曜農業を可能としたことは、農村社会から常勤労働の創出を生み出すところとなり、GNPに対する貢献は30兆円以上といわれている。このような社会貢献度の極めて高い農業機械化の社会経済的特性は、基盤条件の異なる開発途上国でどのような形で参考としうるのか。その確たる技術体系についての検討は、いまだ十分ではない。技術移転の可能性を模索する多様な試みは、今後大いになされなければならないであろう。
- (2) ものづくりに関わる感性に刺激を与えつづける農業機械の工学的特性は、農村社会に根付いている地場産業の製造技術に、独自性とプライドを付与し続ける存在となる。
- (3) 農業機械化は、作目、土性、環境、風土、技術体系等に配慮した地域的特性を反映する。つまり、出来合いのシステムは、そのシステム本来の潜在能力を地域的特性と調整し合いながら發揮しているとは限らず、そのことは長期的視点から判断すると現地に根付きにくいシステムとなっている場合がある。要求する技術水準が異なる地域固有のシステムに配慮した機械化システムの創出こそ、社会経済的に均衡のとれたシステムとして評価されることになるであろう。

このテキストを利用される方は、農業機械化が人間要因を主軸として、時間的、空間的要因によって自律的に変化するシステムであることに留意し、より良い機械化システムの構築を目指して自己の創造的能力を磨いていただくことを期待したい。

## 2. 農機具発達史の概要

### 一前 期一

#### 2.1 農耕の始まりから武家社会へ

人間は道具を使う動物といわれるが、農機具は農業の生産手段として、農耕の始まり以降、生産力の向上に相応する進歩を絶えず遂げて來た。農耕の始点といわれる弥生時代（紀元前2～3世紀）の古墳から遺物として発掘されて、木製の鍬や鋤で耕地を耕し、石包丁と呼ぶ石製の鎌で稻を穂刈りし、木製の臼と杵で稻束を搗いでいたことが認識できる。そのような古代農具は、それぞれに進歩の過程を取ったと見えるのであって、例えば「石包丁」の初期は長方形に近い打製の石器であったのが、やがて楕円形に進歩した。楕円形の円弧面は磨製で鋭利な形にされ、相対する直線状の端面の近くには2個の穴が開けられていて、手先を入れる紐を通して使用したと考えられている。

農耕用の鍬は木製だが、木材から合理的な形にする時に、専門の加工業者が量産していたと見られる。その事実を証明する遺品も発掘されているので、農耕民族の生産手段への努力が推測できるのである。しかし、それらは木製の域を出ることはなかった。

鉄器を使う時代へと移るに伴って、農業上大きな変化が訪れてきた。日本では鉄器の生産が遅れていたが、武家が社会で実力を持つ時代（800年頃以降）へ移るに伴って、鉄器が農機具へも利用されるようになったようである。地方社会で耕地を新規に開拓するに当たり、鉄製の鍬が威力を發揮するようになったためと推測されるからである。技術的変革に影響力を持ったのは、武家達だった。

鉄鍬には、「風呂鍬」と呼ばれる簡易で特殊形状の品が使われていた。土に食い入る先端部と、滑り込む両側部のみを鉄器が覆い、本体は木製といった鍬が用いられた。鉄の製造が未だ貴重だったために、節約したからと思われる。しかしそれでも、大いに威力を發揮して、未開地の開拓に貢献したのであった。さらに、耕地面積の拡大は、人口増加に繋がったと見られる。

武家社会となった時に、石包丁から「鉄鎌」への進化が、鉄鍬の導入と同時に起こったものと推定される。鉄鎌は中国や韓国からの輸入品として、貴族社会でのみ重用されたであろうことが、貴族の墓からのみ副葬品が発掘されることから推測できる。それに対して、武家社会の遺跡からは、差別なく頻繁に鉄鎌が発掘されるようになることからして、実用的な農具として普及したものと推定できるのである。一方、弥生時代の石包丁から武家社会の鉄鎌への転換は、いかなる意味

を持つと考えるべきであろうか。

石包丁は手首を持って、稻株の穂首部分を1穂単位で削ぎ取る能力を持っていたに過ぎない。それに対して鉄鎌は、稻株の根に近い部分から稻株の全体を、1株毎に刈り取りできる。従ってこの改革は、単なる道具の転換だけでは説明できない意味合いを含んでいると思われる。つまり、稻作栽培体系の変化へつながる大変革と考えられるのである。石包丁時代の稻作では、熟期が揃わない稻穂を、熟した株から順に刈り取っていたのだと、単純に理解することはできないと判断するべきであろう。

石包丁を使っていた当時は、「穂重型」と呼ばれる品種が多かったが、鉄鎌の採用によって「穂数型」品種と呼ぶ多収品種へ転換できたのではないかと推測される。なぜなら、1本ずつ刈り取りする穂重型での稻穂よりも、稻株の本数が多い穂数型によって、単位面積当たり収穫量が断然多くなったからである。このような米品種の転換で、穂刈り用の石包丁から根刈り用の鉄鎌への転換が伴うことが必要だった。かつては貴族の権威を象徴する品物に過ぎなかった鉄鎌が、武家社会へ入ってから一般農民も利用するようになり、多収穫の米品種を導入することで、その時代に社会変化を招いたはずだと推定される。

石包丁による穂刈り時代には、穂束のままで収穫して納税したという文書がある。穂束を単位にして扱われた米を、米粒へ調整するための作業は、どのように変化しのだろうか。遺跡から頻繁に出土されている木製の「豎臼」と「豎杵」によって、当時は「打つ脱穀」が一般的であったと推定される。豎臼の中で穂首から糊粒が分離され（脱粒）、糊殻を除去することで玄米となり、さらに打つことで精白米へも若干は近づけることができた、と推定される。

鉄鎌になると、豎臼へ入れて処理する前に、稻株から藁を区分する脱穀作業が新規に必要とされる。比較的低温で高湿度の日本では、脱穀の前に稻束を横棒などへ吊るして、天日や通気で乾燥する必要が生じた。鉄鎌の根刈りによる長い稻束は、吊るすのも容易であり、乾燥作業の問題は容易に解決できるはずだ。しかも、稻束のままで扱う時には、稻穂から脱粒するため穀粒が飛散する被害が相対的に少なかったため、だんだんに脱粒難の品種が好まれるようになった。乾燥作業にとって厳しい気象条件へ対応するために、脱粒難の品種が長い年月をかけて追求されてきたのである。脱粒難の品種は、農機具の一層の進歩に応じて、その後も、ますます難脱粒性の度合いを増した品種へ

と進化していった。

乾燥後の脱穀は、筵の上に設けた長い2本の棒で、穂株を挟んで引き抜いて行ったことが、絵画から判断することができる。「扱く脱穀」と呼んでいるが、その脱穀作業とは別に、「打つ脱穀」も行われていたと分かる絵もあって、脱穀は2面性を持っていたようである。しかし打つ脱穀は、中国などからの渡来技術と見られ、日本へは定着しなかったよ。2本棒の後には、「扱き管」と呼ばれる脱穀用具が、武家社会の時代から種々に変化して、携帯式の鉄管製へと進歩したのであった。

源頼朝が平家を破って武家が政権を握り、鎌倉に幕府を置いて征夷大将軍に任じられたのは1191年のことである。この幕府は、東北の蛮族の平定を任務のひとつに挙げていたが、実質的に京都の貴族から分離して、武家が独裁する政権を握り、武家の社会へと移行していったのである。源頼朝のもとへかけ参じた大勢の地方武士も家来達も、元来は、多くの農家のうえに立って農業を営んできた。源家は長く続かずに北条家が継承したが、1333年に倒されて再び京都へ政権が移った。その後は統一する力をもった武家に欠けたので、実力ある武家が各地に割拠した、いわゆる戦国時代をもたらしたが、遂に、豊臣秀吉が全国を統一したのであった。

## 2.2 太閤検地から江戸時代末まで

豊臣秀吉の日本統一後、領民が納める米の作付面積を検地した。厳しい測量だったため「太閤検地」として有名である。それ以前は、各地を領有する武家達がそれぞれに奉納させていたものを、太閤検地によって厳しく規制することとした。しかし、検地に起因する農機具の発達は、特には認められなかった。秀吉死後（1599年）、徳川家康が天下を統一して（1603年）徳川時代へ移った。徳川時代では、鎖国制度によって、長期の平和を保ち得た。封建制のもとでは、都市文化が進んだ反面、農業は武家制度の財源として徴収が強制され、農村は低迷することになった。都市文化の興隆からは、農機具の生産面と製造技術において進歩が見られた点が特徴的であった。

徳川時代中期（1710年）頃から、「センバ扱き」と呼ぶ高効率な脱穀用の農機具が普及した。多数本（10数本であって千歯には遠い）の細い鉄棒が、斜め方向に狭い隙間で、木製の枠へ並設されていて、稻束は鉄棒の間で扱き落とされて脱穀るのである。やがて、鉄棒は日本刀の残鉄を使う等してより、精密で鋭利に造られることとなった。鳥取県倉吉市などから全国へ販売された。脱穀の用具が進歩するに連れて、脱粒損失を防ぐ工夫が生じるから、更に脱粒難の米品種が求

められる結果を生んだと思われる。イタチゴッコのようにして、日本米は難脱粒性指向がますます強まって行ったと見られる。

生育後の水田で、除草の手作業を補助する道具としての「中打爪」は、17世紀末の文献にも現れている。中打爪の導入は、稻の生育を助け、多収穫へと導いたと判断される。「雁爪（ガンズメ）」へと進歩したのは、徳川時代に入って鍛冶屋の興隆の影響を受けたからと考えられる。握り棒に対して垂直に部材を曲げた後に、多数本（4本位）の中打爪へ分岐することで、除草効果は著しく上がった。更に、雁爪は握り棒から離れた後に曲面状に屈折して、除草の効果を一層に上げるより精密な農具の製作は、鍛冶屋が操業し始めたこの頃からと思われる。

次に、「鉄鎌」について述べる。武家時代前期に遺跡から発掘された鉄鎌は、やや短かめの直線刃であるに過ぎなかった。それが曲線刃へと改良され、曲線の内面へ細かい鋸爪を持つ現在の稻鎌へと進歩するに至った。その進歩は、徳川時代に移ってから認識されることになった。センバ扱きと同様の歯形へと進歩したのは、同様に、都市文化の影響によると思われる。

鉄鎌については、武家社会の「風呂鎌」が継承されたものであるが、製造方法は一段と改善され、加工精度の完備した鎌が作られた。それは、製作作業が鍛冶屋の仕事として専門化していったためとみられる。

脱穀で得た粉粒ではなく、粉摺りした玄米粒の形で扱う慣習は、日本に特有の処理方式といえる。世界各地の稻作地帯では殻をつけた粉が一般的であるのに比べて、玄米を利用している地帯は極めて特異である。いつ頃から、どのようにしてこの方式が形成されたかだが、確たる証拠は見出せないようである。その形成期がもし武家社会から始まると推測すれば、鉄鎌が普及して根刈り方式へ移行した時期以後と同期するものと推定される。粉ではなくて玄米に加工すれば、容積と質量が半減できるため、武家が徴収して貯蔵し、戦地へ運搬するのに便利だったとみられる。しかも、白米までの調整は行わなかったので、品質保持に有効であり、すべての点で有利だと武家達は判断したのであろう。日本特有の文化は、かくして形成されたものと推定される。

さらに、日本では短粒米が好まれているのも、他国と相違する特性である。なぜであろうか。思うに、玄米貯蔵からの帰結と推定する他ないのである。玄米の利点を生かして長期間の貯蔵をさせるためには、長粒を粉摺りすることで米粒が折損する比率が上がるようでは、貯蔵時に腐食の基となって不利だからである。このことが、短粒米が好まれるようになった主因と思われる。徳川時代に入ると、玄米での納入と貯蔵が一

層厳しく規制されるので、そのために米品種の管理が一段と厳格になった。

さらに、その玄米の加工手段について述べる。豎臼の内面を豎杵で搗く作業は弥生時代から行われた技術だったが、更に進歩して行った。下臼に対して上臼を回転させて粉摺りする革新技術を備えた木臼が使われ始めたのは、武家社会において既に使われ始めていたようだ。やがて、木製の樽などに泥を埋め込んだ「土臼」へと進歩した。その土臼は、希望する大径に製作できるため、高効率で作業できるようになった。詳細は不明だが、共に1600年代の文献には各種の土臼が見出せるから、徳川時代における進歩とみられる。

回転臼は、中国や韓国を経て渡來した品と考えられる。この作業では、特別な技術改革が必要なかったため、日本固有の進歩は現われず、渡來技術を踏襲したものと思われる。上臼と下臼を心棒で繋ぐようになったことや、上下の摺り面には微細な間隔を置いて摺り刃を設置するような構造上の進歩があった。木臼でも使っていたのは技術の進歩だが、土臼においては、泥面の上下に硬木製の摺り木を植え付けることで、効率的に粉摺りできるようになり、効果が大きかった。

白米の加工は、どの時代にどの程度の精白をしていたのか、定かではない。必要に応じて玄米から加工したが、古代からの豎臼と豎杵の組合せで、既に扱われていたとみられるのである。「カラウス」と呼ぶ足踏み臼も普及したが、名前の如く中国からの渡來であり、推古期（600年頃）には既に使われていたようである。農業の枠を越えて一般社会にも普及したため、制限なしに能率化が進んで、水力利用の「水車臼」も普及した。しかし、米の精白度は未だ不十分だったようである。江戸末期に病害が恐れられていた混砂精米は、普及が止められず、広まったといわれている。

農業での生産手段の発達普及は、農地の開拓を促進し、収穫物の質と量を高め、農業が主産業の居住人口の増加に貢献した。紀元前2～3世紀の弥生時代の人口は60万人前後であったが、鉄器が入り始めた奈良時代（750年頃）には約450万人に膨らんだといわれる。詳しい人口調査が始まったのは江戸時代の中期（1721年）からであって、2,606万人の記録があるから、そこまでの約1000年で3倍強増加したことになる。改良が進んだ農機具による農業振興への効果が、その点からも伺える。その後の人口動態（1744～1816年）は、気候悪化が厳しくて大飢饉（宝暦・安永・天明）が続発して70年間は人口減少し、1792年には2,489万人となった後に、50年後の1846年には2,690万人まで回復し、明治維新を迎えるのである。

### 2.3 明治維新から第一次大戦まで

明治に入る（1864年）と鎖国を廃止して海外交流が活性化し、改革を促進させたはずであったが、農機具には大きな変化がなかった。むしろ、西南戦争を終えた頃の明治政府が安定した政権を築く過程で、政府の財政危機を開拓するためのデフレーション政策（1882～1986年）を実施したが、このことが、農村では不耕作地主を増やして小作制を確立する事態を招くこととなった。徳川末期にも武家社会の腐敗から、商業資本が小作地を持つという傾向がみられたが、その傾向はここに至って急速に加速することとなった。小作耕地の割合は46%位であったが、売り手市場だったため地主の権限が強く、物納の小作料は5に達するほど高いものであった。従って富裕者は、自ら耕作するよりも小作料を取る方が得策なため、農機具を使う大規模経営は成立し難くなり、徳川時代を継承した小規模経営が明治時代初期の農業の特色となっていました。

明治政府は、欧米先進国の農機具を模範として推奨したが、全く普及しなかった。普及効果がみられたのは精米機ぐらいであった。米国式をモデルに、動力利用の無砂式精米機が普及したのである。明治前期（1890年頃）では、外貨獲得に米も輸出していたが、玄米では輸出ができないため、白米に加工する精米所が必要であった。精研機によって表面を研磨して、輸出のために品質を改善しようとした試みもこの時代にみられた。

さらに、水田農業という東南アジアの独自性が、欧米技術の導入を阻害することとなった。その最たる例は、プラウ導入の挫折にみることができる。馬は武士のために、農家が飼育する家畜として関東・東北地域に多く飼育されていた。牛は、耕起後の代かきに用いたため、農家の使用が主であり、関西に多かった。このように牛馬の利用には元来、地域的特性に基づいた差異が顕著であった。

明治期には、日清戦争（1894～1895年）と日露戦争（1904～1905年）とに、国力を傾注する時代があった。その間は、農機具の改良にも進歩はないに等しかった。明治以後の人口の増加は著しく、そのような社会的背景もあって、農業は人力でまかなわれていた。人口は、日清戦争の1890年頃には3,990万人、日露戦争の1900年頃には4,380万人、そして、第1次世界大戦後（1920年頃）には5,539万人へと増加していった。

明治末期（1900年頃）を過ぎると、独自性を持った耕起用の農具も技術開発が施してきた。耕起した土塊の底面が上空を向き、植生のある表面は土底へと隠れて、正にプラウのように耕起できる性能が実用面から評価されるようになってきた。しかも、耕起幅が

小さいため抵抗力が少なく、牛馬耕が普及できたのは、この頃（1890年）からであった。更に近代化して、左右への切り替え反転ができる双用形式（1900年）へと進歩していった。しかしながら多数の一般農家は、依然として、人力で鍬による耕起を続けていたのであった。

稻作水田を、手によって除草する雁爪（中打爪）が、回転中耕除草器へ進歩したのは明治初期のことであった。1882年の農業集談会でも報告され、「田打ち車」と呼ばれる回転爪が注目された。円筒の桐木に多数の鉄牙が植え付けられている農具であった。かくして、腰を曲げて作業する雁爪から、立ったままで作業できる回転中耕除草器へと進歩したのである。

千歯扱きよりも高能率な農機具へと脱却できるように、脱穀作業の技術改革は明治に入って活性化したが、いずれの試みも失敗に終わった。発想は欧米式スレッシャの小形化から始まっているが、難脱粒品種には全く適応しなかったのである。

多くの試行錯誤を費やした後、自転車のスポークが稻穂に当たると脱穀する現象をヒントに研究して、明治末期の1907年に、サラサラと脱穀させる「足踏み脱穀機」が開発された。誠に意表を突く快挙であって、1925年頃までには主要な農業地域へ浸透して普及し、センバ扱きを瞬時に一掃したのは、見事な出来事であったといえる。

小作制の基でも、千歯扱きから回転脱穀機への転換を、瞬になし遂げるエネルギーがあったことに感服できる。それに対して畜力作業の耕起は、結局、富裕階層にのみ止まる改革であったに過ぎなかったから、正に対比的といえよう。小規模経営による貧農に過ぎないといわれていても、実効が伴うとならば、その階層へも大きな改革を瞬にしてなし遂げ得るのだと教訓を、この事例から汲みとることができると思われる。

## 2.4 第一次大戦から第二次大戦まで

第一次大戦で戦勝国になった頃（1910年頃）には、農業へも小形動力機が導入可能となっていたが、地主制が機械の広範な普及を阻止するように作用した。その間にも、地主制の外にある比較的富裕な自作農家の一部が、足踏み脱穀機の動力運転を開始した。さらに、脱穀機内の稻穂から粉塵を飛ばす自動化装置を、風車を組み入れて実施した。不十分な脱穀処理を風車による選別で補おうとする技術的改革であり、動力式自動脱穀機が開発へと展開していった。この機種は若干の普及をみたが、更に、チェーンで稻束を送り込む自動処理装置も、この時期にあり原形ができたと記録されている。

堅硬土壤をもつ干拓地などへ歩行式トラクタが導入され、ロータリ耕うんへと改良されたのも、この頃からであった。ロータリ耕うん用爪の、改良研究もこの頃始まった。欧米諸国とは相違する日本独自の「鉈爪」は、この頃の農業現場における苦勞を反映した研究開発の成果といえる。

それら先進の技術改革は、戦時下でも改良が進んで、後述する敗戦後の活発な機械化へと継承されていった。この時期の普及台数は、まだ微々たる数に過ぎなかつた。

1910年代に現われた動力利用の農機具として調整機がある。そのだ表例は、糲摺り機であった。先ず、土臼の改良版として摺り面をゴム製の2個の平面構成し、動力利用の摺合せ運転を行つた。当時の革新的な雰囲気の中で、摺る作業に代つて遠心力を使う高能率の動力式を採用して世を驚かせるなど、技術競争を開しつつ進化していった。

その結果、回転差を持つ2個のゴムロールを用いた「全自動式糲摺機」が市場に出ることになった。高効率に糲を摺り剥き、しかも糲殻を風選して玄米へと仕上げるのである。1930年頃までの短期間で普及は一巡したが、地主制下では個別利用での普及はなお不可能であった。そのため、台車の上に装置一式を設置して、農家の庭先まで運搬して処理した。これは業者利用と呼ばれて普及することとなったが、この時代の象徴的な変革であったといえる。

明治開国（1868年）以後、地主制下ではあったが、米の輸出が他産業の振興を支えてきた。その後は、絹糸の輸出が増加し、1930年代に入つても輸出品目の首位にあった。絹は農家の生産物であることからして、農業の工業振興への寄与として注目される。それは、人口増加をもたらすこととなった。農業が主な生産の場として機能した当時は、絹生産を含めた農業が主に労働力を吸収してきたのであった。しかし、国内での労働力の吸収が次第に困難となってきたため、中南米などへの移民政策を進めると共に、韓国・中国での植民地化を押し進めることとなった。70,000,000人台の人口水準は、戦時（1938年）であったため、それ以上には増加しなかつた。

基幹産業としての農業の振興に対して、農業政策の眼目は、品種改良化学肥料と農地改革に置かれていたといわれている。農機具が含まれていないのは、地主制であったためと思われる。品種改良や化学肥料による增收は、地主の利益へ直接に繋がるし、農地改革は耕作地の所有者が目標とした政策だから、いざれも重視されていた。農機具は耕作農民へ直結する課題ではあるが、自作農である富裕階層のみが、購入負担を伴つて進めて来た営農行動であった。彼等にはこれ

## 2. 農機具発達史の概要

らの機械装備は独自に実施できるため、行政としては対象外としたものと思われる。

このように日本では、農地改革が実施されて小作制が廃止される戦後まで、動力式農機具の本格的な導入は遅滞するところとなった。つまり、農機具は利益を追求できる民間企業へ任せ、常に自助努力で発展する形態を探ったのであった。足踏み脱穀機や全自動糀搗機のように、需要に応じて爆発的に普及した商品も市場に出現したが、それは自然な市場展開に任せたにすぎないとともいえる。民間企業が農民の需要にマッチした製品を作り出したからこそ、貧困な農家経済であっても無理をしながら、農民は競って受け入れて来たのだと理解できよう。長い期間を心棒強く待機した後に、普及が瞬時に完了するという驚くべき実体が明確になったといえる。

第二次大戦中の戦時下にあっても同様であり、人手不足を補うために農機具は富裕層から先ず普及が進んで行った。前述した動力式脱穀機や歩行式耕うん機が、役牛頭数の増加と同様、この時期にも増加しており、戦禍が激しくなるまで、その勢いを持ち続けたのであった。そのような技術展開は、戦後の著しい機械化へと受けつがれることとなった。

### 一後期

#### 2.5 終戦直後の農機具導入

終戦直後（1945年）には、食糧危機を迎えた農産物の市場価格上昇と、農地改革施行（1946年）が、農機具の導入に大きな影響を及ぼした。農産物を闇市場などで売って資金に余裕を持った農家は、先ず農機具を導入した。農地改革による小作地の自作地への転換により、収穫物のほぼ全量が収入源となった。封建時代を継承した小規模経営ではあったが、収入の増加によって農機具が導入できたのである。戦時に使い古した人力用の農機具、そして鉄鋤、鉄鎌や除草機などを買い換えるところから始まった。その後の経済的な余裕によって、動力脱穀機などを競って導入することとなった。このようにして、急激に農機具の導入が始まることとなった。

終戦後、多くの帰還兵を迎え、日本の居住人口は急激に増加した。人口は、1945年度に7,220万人であったが、1960年度には9,342万人に到達した。当時は農業就業率が高かったため、農業は増加人口を吸収して日本経済を支える役割を担い、農業の影響力は大きかった。1960

年度の統計では、上記の総人口のうち、農家人口は3,441万人であり、そのシェアは36.5%であった。10年後の1970年度には、そのシェアは25.4%に減少した。従ってその中の農機具の果たす役割もまた重要であった。

農機具の普及台数を図2-1に示す。まず、終戦直後から動力脱穀機が急増していることが分かる。他機種の追従を許さぬ状態であって、足踏み式から動力式への転換が進んだのは、実はこの時期だったと理解できるであろう。それ以前の戦前においても、若干の普及は見受けられるが、前記のように、自作農の富裕層に限られた微々たる普及が見られるに過ぎなかった。

糀搗機も若干普及したことがうかがえるが、このことは、土臼からゴムロール式への転換を果たし終えていた戦前の事情と矛盾するようにも思える。しかしこれは、個別農家の贅沢な普及による台数増加がもたらした状況であると考えられる。この時期の機械化はあくまで、動力脱穀機に主体があったと理解できる。

図2-1に示すように、この時期役牛頭数は飛躍的に増加した。戦時下には若干の増加があったが、戦後に一時期減少したものその後一気に挽回して、1955年頃にはピークに到達している。それは、力を補って畜力へ作業させるためであって、間もなく、歩行用トラクタの普及によって急落することになった。役馬の頭数は、戦時下では軍へ徴用されたために減少し、戦後は役牛に代替えされて、減少の一途を辿った。

戦後間もなく動力式の農機具が普及した主因は、農家が経済上の低収入性から脱却したからである。鍬と鎌を使う人力式農業で過酷な労働を行っていた農家は、そのために異常な体形に変形し、かつての農民は寿命も短かったといわれたほどである。農機具の導入によってその重労働から開放されたのである。要す

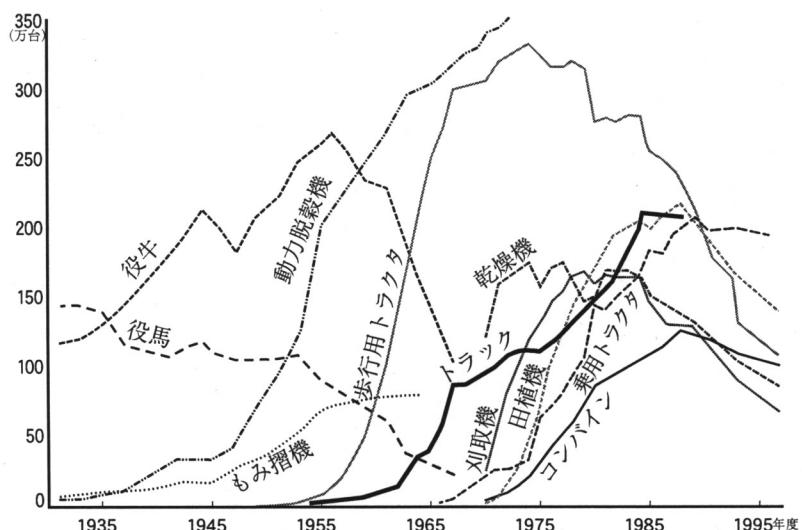


図2-1 農業機械の普及台数の伸び

るに「貧困からの開放」が、この時期の農機具導入を象徴する言葉であったと思われる。

戦後の日本の経済は、不況の域から脱却し得ないでいたが、朝鮮戦争（1951年）による戦時景気が突然に起ったことで、予期せぬ好況が経済的活力を生むこととなった。以後、高度経済へと繋がって（1955年以降）、農業労働力も都市産業へ吸引され始めたのである。かくして、農家は「都市産業からの収入」を享受することとなった。それによって、農業所得に兼業所得を加えた「農家総所得」が大幅に増加し、この収入増は農機具の新たな導入を加速することとなった。

最初に普及対象として挙がった機種は、歩行用トラクタであった。前記のように、大正末期（1923年）から堅硬地をもつ地域などで、ロータリ耕うんが小規模ながら普及していたが、図2-1では認識できない程度のわずかな普及に過ぎなかった。それが図示のように、1955年以降本格的に普及し、1960年頃になると急上昇する市場展開となつた。

当時の農家は、まだ運搬用トラックを購入する資力に欠けていたので、耕うん装置の部分を取り外して荷車を装着し、運搬車としても重用した。その効果は大きかったので、「耕うん」に代えて「耕運」と呼ばれる程で、農村社会において目立つ存在になつた。

次いで普及した機種は、トラックであった。普及台数としては歩行用トラクタに及ばないが、運搬車専用として普及した。

これらの急激な動力式農機具の普及は、農業経営への農機具費の負担増として現われた。1949年の農業統計による生産費では、労働費が約60%、肥料費が約20%に対し、農機具費は約7%であった。残余の13%は賃金、その他であった。農機具費は1965年になると約14%となり、1975年には約22%、1990年には約31%を占めるに至つた。農家へは所得となる賃金が、相対して低下したのであって、1990年は39%になり、1949年の半分近くに減少することとなつた。

この現象から、「機械化貧乏」と呼ばれるようになつてもいた。実はそれは、明確な誤りである。なぜかというと、農家は農外所得を得るために動力式の農機具を導入したのであって、農機具導入で農業所得の減少を補つて余りあるように農外所得を得る構造になっているからである。従つて、農機具導入によって農業経営内での農業所得が減つても、代わつて得られた農外所得を加えた農家総所得は、大幅に増加している。従つて、農業経営のみに限定して貧乏と評価するのでは、論議が的を得ていないことになる。農家総所得が増えているのならば、農家は裕福になったはずである。通勤のために自動車を買うのと同様で、自動車購入で遠距離通勤によって勤務所得が得られるならば、自動車

購入を貧乏のもとと評価することはないと評価するはずだらうからである。

## 2.6 高度経済成長期の進展

この時期の農機具導入は、乗用形トラクタの普及から始まった。その普及は、1965年以降に始まり、1975年以降から急上昇したことが図2-1から分かる。これは歩行用トラクタと転換する形での普及であると、明確に理解できる。

乗用形トラクタにも長い歴史があって、当初は欧米式をモデルとしたが日本農業には適さなかった。日本の水田農業へ適合するように順次試験して、問題点の解消に努め、その結果、我が国固有の軽量形トラクタの開発に成功した。成功の理由は、概略以下のようにまとめることができる。

第1の理由は、ロータリ耕うん専用とした改善であり、歩行形からの技術を継承したことである。欧米など先進諸国のトラクタでは、プラウなどのけん引作業が通常の利用形態であるのに対して、日本ではロータリ耕うんの専用として用いる場合が多い。そのロータリ耕うんでは、稼働中に若干の推進力を生じる点が、けん引作業とは本質的に相違している。第2の理由は、軟弱な水田で支障なく運行するという課題の存在である。従つて、トラクタは搭載エンジンの出力当たり質量を、欧米製よりも小さくする必要があった。

また、トラクタなどの動力式農機具を導入するに当たって、水田圃場をどのように整備するかを、全国にモデル圃場を整備して究明した。短辺30m、長辺100mで1区画0.3haを標準と定め、短辺沿いに用水路と排水路とを設置して長辺を挟んで相対させる基準で、1966年に圃場の整備条件を定めた。つまり、大形機械の導入のための圃場整備事業を推進できるように定めたのであった。実情は、機械導入以前から施工されていたのであり、土木事業を昔ながらに担当する行政の予算上の都合からでもあった。傾斜地などの施工には、地勢に合つた曲面も必要であったし、平坦地では更に大規模な圃場整備も必要とされていた。

このような土木事業に当たって、最大の問題のひとつは排水であった。つまり排水が悪いと圃場は軟弱になり、大形機械の運行が阻害されるため、排水が重視されることになった。しかし実施してみると、排水によって順次、圃場の土塊には深い亀裂が生じたため、乾田化は急速に進み、機械作業は予想以上に容易に行うことができた。過剰に乾田化が進んだために、雨水を貯留する機能も衰え、今では欧米形の大形トラクタなどの普及が可能になっている。

次に乾燥機について述べる。1925年以降普及が始まったが、1939年まではわずかな普及台数であった。

## 2. 農機具発達史の概要

1967年以降はピーク近くの水準に達しているが、おそらく、歩行用トラクタと対応し普及していたはずであるから、記録が不備であったためにこのような普及傾向を示したものと思われる。その後も、普及台数が少なく停滞していたようであるが、これは穀物乾燥機と並行してライスセンタが普及したためと考えられる。

ライスセンタは、1952年の設置を起点にして普及した。農業構造改善事業のシンボルとして、農協が指導してきた。米は買付け統制なので、米を乾燥調製する農協の施設へ直属している大規模施設への投資が、有利だったからである。調製途上の米粒を大形サイロ内へ貯蔵して、出荷の都合に合わせて調製を完了させるカントリーエレベータも普及した。必要時に白米へと加工できるという施設である。個別農家が請負事業として開業する小規模ライスセンタの方が、経済的に優位という実状を解消できないうちに、その普及は頭打ちとなった。

次いで田植機に注目したい。多くの手作業として残っていた田植え作業を近代化するには、欧米の動力式播種機による直播か、日本独自の田植機の開発かを選ぶ必要があった。そして遂に、後者が完成し、図2-1のように1970年以降の10年間で普及が一巡することとなった。日本の独自性が明確な技術展開の、好例といえる。ここでは、育苗時から機械化が容易なように、機械に合わせて育苗する方法の技術的確立が、解決の主点となった。「稚苗式」と呼ぶ形で育苗して、土付き苗のままで機械操作し、田植えを行った。普及完了後も改良形が次々に現れて、能率的で高精度な田植機へと進化していった。

刈取作業は、機械によって支障なく処理する場合、刈取りのみをバリカンで行う刈倒し式と、刈り取った稲束を結束するバインダとがあった。前者は、刈倒した後に散乱している稲束の群を、結束して回収する点が難渋であり、全く実用にはならなかった。後者が必要とされたが、欧米先進国の中種は大束の結束用であり、刈取り後の乾燥処理が必要な日本の気象条件下では適合しなかった。しかも、在来の小束で結束するには、欧米式の結束用紐が高価なため採算に合わなかつた。そのため、稻縄を使って結束する機械を、新規に開発する必要があった。その問題を解決し普及させたのが図2-1の刈取機であり、バインダと呼ばれている。1966年頃から1975年頃までの10年間で、バインダは急速に普及した。

コンバインの導入は、市場からの強い要請があった。欧米式コンバインをモデルに導入を試みたが、日本農業には全く適合しなかった。元来、スレッシャは難脱粒性品種には不適である。気候条件から稲束が乾燥不

十分な場合が多く、このことは明治以来、すでに試験済みであった。結局、日本が独自に開発した動力式脱穀機を、バリカン方式の刈取装置へ直結する方法を採用することとなった。刈取機の開発に苦労している間にも、コンバインの方が容易であると判断して、開発に従事する者もいた。しかし、解決は容易ではなかった。

最大の問題は稲の乾燥不良である。乾燥処理は刈取り前にはできない。脱穀機の内部に未乾燥な稲屑が堆積して詰まるので、コンバインは長距離にわたって稼働できなかつた。結局、詰りを脱穀機の改良で解決して、コンバインは実用化することができた。普及開始は刈取機と同様に1966年頃からであったが、コンバインの方が主力商品となって普及した。刈取機は、稲藁が必要な特定の地域のみに普及することとなった。

### 2.7 米作偏重からの脱出

高度経済成長（1860年以降）と符合するように、動力式農機具が目覚ましい普及を遂げた。その結果、農業経営費に占める農機具費の比率は高くなり、農家所得に相応する労働費を圧縮することとなった。機械化貧乏と非難される面もあったことは前述した。しかし、農機具の導入は農業労働を軽減して、浮いた労力を他産業へ就業し、相応の農外所得を得ることができた点を考えれば、むしろ機械化裕福と形容する方が至当と考えられる。

統計による農業依存度（農家総所得に対する農業所得の割合）は、1921年で87.8%、1940年でも82.6%、終戦直後の1947年には88.0%と再び高まったのに対して、高度経済成長といわれた1960年には52.2%、1970年には35.3%、1980年には22.1%、1990年には遂に17.6%となった。2000年は17.9%であった。農家にとって農外所得の方が圧倒的に多くなり、農業自体は既に副業の域に甘んじることとなったのである。

一方、高度経済成長によって豊かになった国民は、米離れをきたすなどで、食生活の変化をもたらした。図2-2は輸入食料も含せてのカロリー単位で、日本人の消費生活の変化を示している。消費エネルギーの合計は1960年から2002年の間に、約1.13倍だけ増加していくが、米は0.55倍に低減した。代わりに参入したのは畜産物、油脂類や小麦（パン）などの消費が増え、食の欧米化が進展した。食習慣の変貌は、米価を高価に維持することを困難な状況におくこととなり、農家は米生産から抜け出さざるを得なくなつた。

農家の米の生産費保障政策として、輸入米価を度外視しても日本の米価は高価な統制価格を保持してきた。終戦時（1945年）の60円/俵（60kg）と比べて

の米価の変遷は図2-3のようであって、1985年度には遂に18,668円の最高価格に達した。高米価政策は政府の購入資金と過剰米の保有とをともなうため、米余りにともなって米の生産調整が必要になってきた。しかもその後には、米価切り下げ策へ転換し、2000年度には15,108円へと調整された。

米の作付け面積が減少の一途をたどる状況が、図2-3からも読みとれる。1967年頃をピークにして、米の作付面積は既に減少を開始した。日本の高米価は国際的にも有名で、市場自由化への標的とされている。しかし高米価が日本の農家に稻作を保持させてきたのであるから、米価の切り下げは米の作付面積を低下させる誘因にもなった。

米以外の作付面積も図2-3に示すようであり、野菜・果樹と飼料作物が増加し、その他の作目が減少することとなった。野菜・果樹も1990年頃からやや減少へ転じてはいるが、野菜とりわけハウス栽培が増加し、しかも、温度など環境条件を調整する施設農業が浸透してきた。近年は電子制御を装備した高品質かつ省力的生産農家も多いため、作付面積の減少だけでは判断し難い、発展につながる要因があると考えられる。

飼料作物は図2-2で示した畜産物の増加と対応しているが、輸入飼料のみに依存するのではなく、国産飼料の生産にも留意すべきであることと示唆している。

最上端の「その他」は、麦作・雑穀・豆類などであり、1955年頃を最盛期にして大幅に減少している。かつては、稻の裏作として2毛作で作付けていたが、価

格保障が稻作のみに限る風潮で、裏作をやめる農家が多くなったからである。それを補う政策として、前記の米作転換の対象に大豆作などが奨励されてきた。特別に改良した農機具も導入されたのであるが、未だ明確な効果を発揮していないように見える。しかし、豆腐や納豆へ使う大豆は、輸入品に全面的に頼ることな

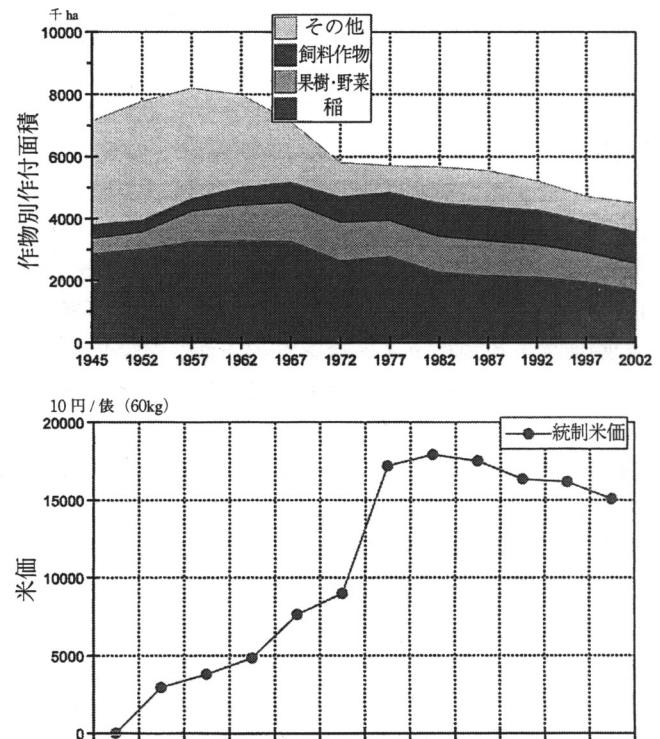
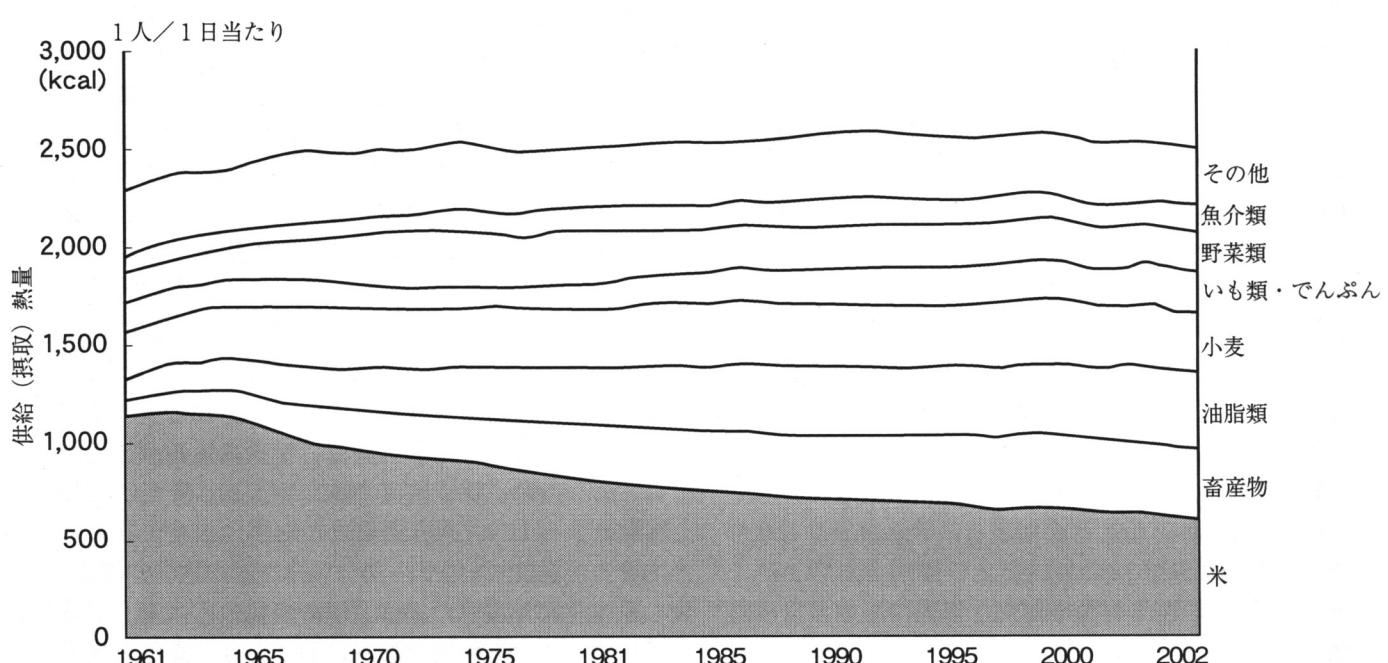


図2-3



(資料) 「食品需給表」

(参考) 米・畜産物・油脂類の合計（色塗りの部分）の水準にはほとんど変化はない。

主食のごはん（米）が減少（1960年度から4割減）する一方で、畜産物（同約5倍）、油脂類（同約4倍）が増加してきたことが分かる。

図2-2 我が国の食生活の変化（1人1日当たり供給熱量の構成の推移）

## 2. 農機具発達史の概要

く、品質の高い国産品を求める需要へも応えているので、更なる伸長が期待できる。

### 2.8 小規模経営からの脱皮

高度経済成長を経過して都市産業は急成長し、農村から労働人口を都市へ吸収することとなった。その結果を図2-4に示す。農家人口は1960年に34,400,000人だったが、2000年には10,500,000人へと約1/3弱になり、総人口への比率では36.5%から8.3%へと約1/4弱まで低減した。総人口の増加分以上の人口が、都市へと吸収されたからである。農業就業人口で見ると更に著しく、1,190,000から288,000人へと減少した。総就業人口に対する比率では26.8%から4.5%へと約1/6に減少した。農家戸数の減少よりも、農業就業人口の低減率が著しい点に、注目するべきである。

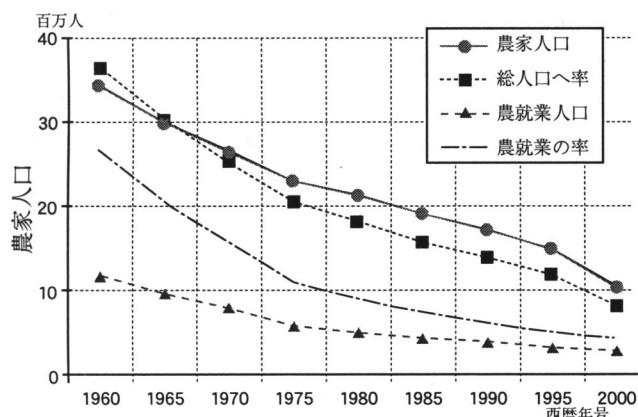


図2-4 農業就業人口の推移

農業就業者の高齢化が進んでいることを危惧している。1995年の調査結果では図2-5のようであり、男性が69歳位、女性は64歳位をピークとする狭い年代間に就業者が多く、他方壮年や若年には就業者が少ない。就業の限界は95歳ぐらいといわれているが、就業者が激減する近い将来に、如何に対処するかに着目するべきであろう。また、農機具がその事態へ、どのように対処しうるについても、検討するべきであろう。

図2-5において、45歳位に集中している団塊世代（終戦直後に出生した世代）では、男性の農業就業人口が特に少ないが、間もなく定年を迎える時期になると想定される。その世代の人達が定年退職した後の老後に、農業に従事する人達も増えて、農業が維持できるとも予想できる。そこでは、年金もあるので、農業所得を過剰に求めるという考えに立つ人は少ないのでなかろうか。先祖からの耕地を継承して、農業を生き甲斐にできれば良いと思う人達も多いであろう。その様な場合は、小規模経営を農機具で維持することが課題であり、それによって、農業を継続する途が期待できると考えられる。

図2-6は1980年のデータであるが、営農階層別に農機具の普及台数を示している。図示のように、大規模層と小規模層とでは農機具の利用機種が明らかに相違している。大規模層は高能力で多機種の農機具を駆使するのに対し、小規模層は歩行用トラクタやバイオニアなどの使い易くて安価な農機具に止めていて、各々が論理的に運営していると理解できる。その観点に立って、農業就業人口が逼迫して来つつある近い将来

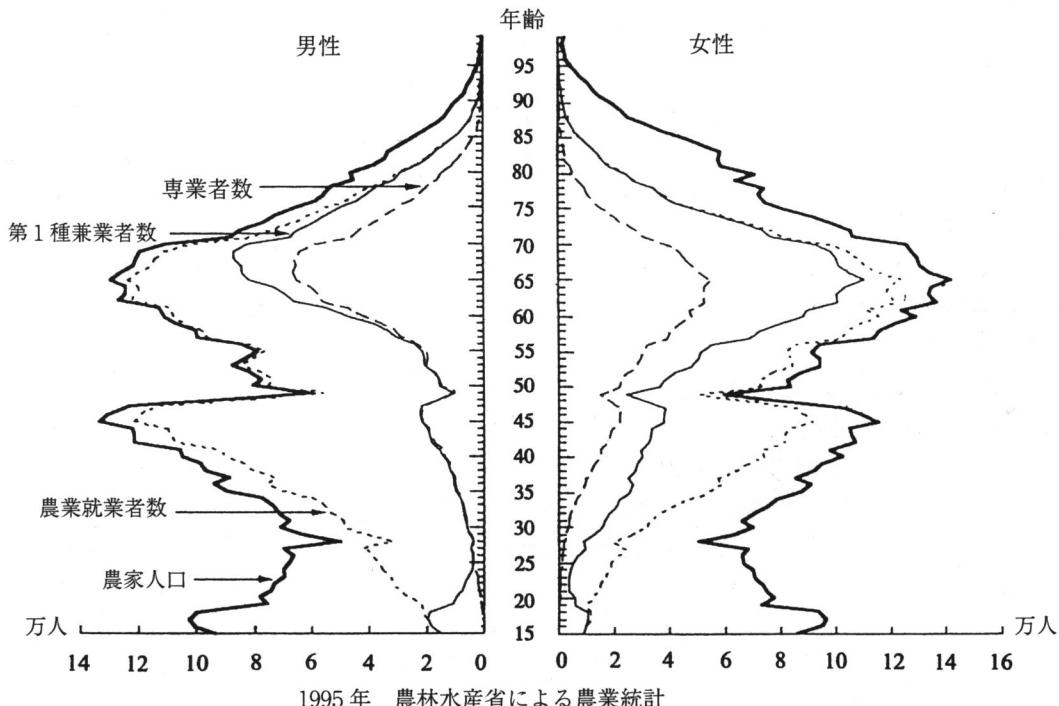
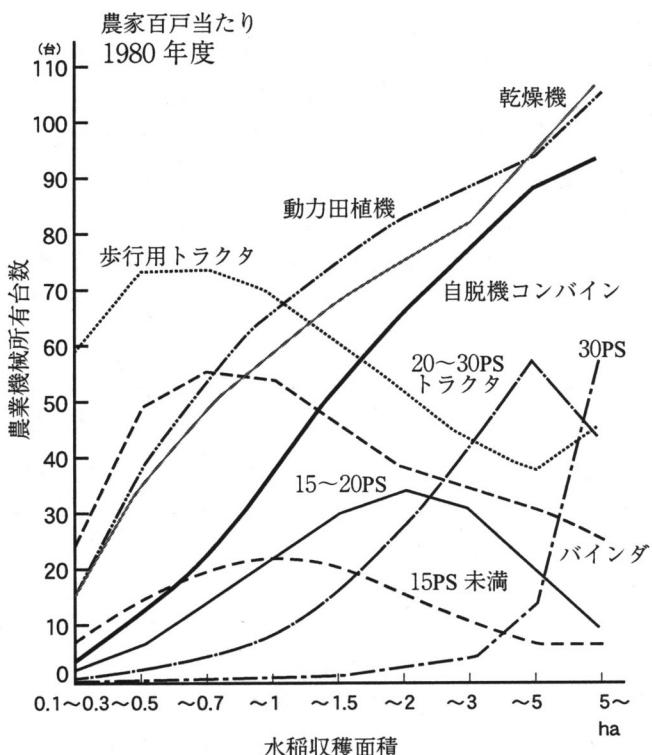


図2-5 1995年 農家人口と農業就業人口の分布図



- (注) (1) 1970・1980年センサスによる都府県分。1970年は個人有のみ、1980年は個人有・数戸共有のもの。  
(2) 馬力数で示したのはトラクタ、乾燥機は米麦用。  
(3) 文献(53)で別々に掲載していたものを引用した。

図2-6 経営規模別農業機械所有台数（百戸当たり）

に、いかにして発展へと転じ得るかを、検討するべきであろう。

このような状況下で、既に耕作放棄地が増え、かつ過疎地などが形づくられることにも着目すべきである。その際、意欲ある農家は不耕作地を収集し、請負経営で小作料を払うことで規模拡大する傾向にあるといわれている。その小作料は、1971～1990年の平均で約18,600円/10aであったといわれているが、2002年には15,858円/10aへと減少きたと、農業会議所(NCA)は報告している。それでも請負農家には負担が重いようで、水田85ha、麦45ha、大豆15haと作業委託62haを請負う名古屋市近くの農家は、70haまでなら利益になるが、90haを越えた分には利益がないという。あるいはまた、宮崎県栗原市で48haを請負する農家は、地主から貸してもらうのが苦労であり、標準よりも高い賃料を支払っているということである。このように請負形態は、地域により様々だといえるであろう。通算して、小作料率の一層の低減が伴うならば、大経営請負が一般化すると推測される。その時には、封建制以来の小規模経営に依存してきた日本の農業でも、大規模経営への転換が進むと予測されよう。かくして日本の農業にも、大規模経営に対応する高効率大形農機が必要となる時代が訪れるのではな

いかと想定される。

団塊世代が定年を迎えた後に、定年後を請負農業によって担おうという人達も出てくるであろう。その同じ時期には、大規模経営が日本でも華々しく進展するのではないかと期待される。そのようにして大規模経営が形成されれば、封建制以来の小規模経営から脱却して、国際的な市場競争の中で食料生産を維持し得る構造体質へと、変貌し得ることが期待できる。

貿易自由化の波を受けて、農業をいかに今後も維持するかは、課題として残る。開発途上国は、日本が歩んできたように農業を取り組みながらも、同時に工業化による経済発展の途を、それぞれの国で辿りつつあると見える。その際、農業を単に軽視するのではなく、どのように対処すべきかを熟慮することが肝要だと思われる。

地球上の耕作物を、無駄に放棄するようでは駄目である。それでは地球上の環境保全の観点からも、将来を望み得ない。人類の存続に繋がる課題であるから、農業の重要性に対する認識を十全に保持すると同時に、農機具を的確に選択して適正に導入するべき考えを構築することが必要と思われる。

## 引 用 文 献

- 清水 浩：日本農業の独自性とは何か、日本経済評論社、東京、Pp.259、1988
- 清水 浩：日本における農業機械化の展開、農林水産業生産性向上会議、東京、Pp.18、1957

### 3. 動力源・トラクタ

#### 3.1 農業機械の導入期（昭和 40（1965）年以前）

第二次世界大戦終結後、昭和 21（1946）年混乱の中で「農地改革」が強行され、多くの自作農が誕生し、これが後の農業の機械化を促進する伏線となった。昭和 25（1950）年、朝鮮戦争が勃発し、特需ブームによって日本工業は飛躍的な成長を始める。これが農村から都市への労働力の大量移動を引き起こし、農業における労働力不足を機械化が解決し始めるのである。政治も種々の法整備によって、その後押しをした。昭和 28（1953）年に「農業機械化促進法」を公布、昭和 31（1956）年には「新農山漁村建設総合対策要綱」を発表するとともに「農業改良資金助成法」を制定し、土地改良、共同作業場・共同利用農機具の導入、有線放送施設などの補助事業が促進され、農業の機械化に拍車がかかった。

たとえば耕うん機は、昭和 30（1955）年にはわずかに 46 万戸（総農家戸数の 7.5%）の農家が使用していたにすぎなかったが、昭和 35 年には 210 万戸（同 35%）の農家で使用するようになっていた。農家の耕うん機所有台数も 52 万台に達しようとしていた。牛馬による農耕作業が昭和 20 年代後半から 30 年代にかけて急速に減少し、やがては皆無となった現象は、まさに農作業が手作業から機械作業へと劇的に転換したことを象徴的に示す出来事であった。

昭和 36（1961）年、農業従事者と第二次産業（鉄鋼・機械・化学工業など）従事者の間の労働・生活水準の格差を是正するために「農業基本法」が制定された。これには農業生産の選択的拡大、農業生産性の向上、そして農業構造の改善が主要な三本柱としてうたわれ、農業の生産性向上のための「農業構造改善事業」が翌年から大規模に実施された。この事業は全国 3100 市町村を対象に、1 市町村当たり平均 1 億 2000 万円（内約半額を政府が補助）の事業を昭和 37 年から 10 年計画で進めるものであり、大形農業機械導入のための土地基盤整備と共同利用目的の大形近代化施設（カントリーエレベータ、共同選果場など）の設置を推進した。さらに財政措置として、昭和 36 年に「農業近代化資金助成法」が制定され、長期・低金利の資金導入の道が開かれ、農業機械導入の促進剤となつた。

このような農業機械化のための基盤の整備が進むにあわせて、耕うん機やバインダなどの歩行形機械から、さらに労働を軽減化する乗用形トラクタやコンバインが各社で開発されていくのである。

#### 3.2 農業機械の成長期（昭和 40（1965）年～昭和 50（1975）年）

昭和 40 年代前半には実用的な田植機も出現し、耕うん・田植え・管理・収穫・乾燥・調製の稻作機械化一貫体系が完成した。農村における労働力が第二次産業や都市の第三次産業に流出し、日本の高度経済成長を支える貢献を果たしたが、法整備も農業の自立のために顕著な効果をもたらすということはなかった。それゆえ、農家は生活水準向上のため、その主な収入源を他産業に求めざるを得ず、おびただしい数の兼業農家が出現することになった。農業機械の高性能化は短い年間作業時間で稻作を可能にし、兼業農家は十分な購買能力を有して高価格の農業機械を買い、農業機械製造会社は出荷数の増加によって大いに潤ったのである。

しかし、経済の好況と米の豊作、農業機械の好況という華やかな状況の裏には日本人の食生活の変化もあって、古米の在庫が急増し、昭和 44（1969）年には米価の据え置きという事態を招き、昭和 45 年には「米生産調整対策実施要綱」が通達され、政府はそれまでの増産政策を一転して減産政策に転換した。さらに昭和 46 年のアメリカのドル防衛策のために起こった、いわゆるドルショック（ニクソンショック）が景気後退をもたらし、農業機械の需要は一時停滞した。

この時代、歩行形農業機械は成熟期を迎えて、圃場を歩くことから解放され快適な農作業を能率よく行う乗用形の農業機械への転換の時期となった。「乗る農業」・「トラ・コン時代」の到来である。昭和 48（1973）年の石油輸出国機構による石油供給量の削減と原油価格の大幅値上げによって引き起された石油関連製品の品不足と「狂乱物価」のパニック状態で象徴される第一次石油危機は、わが国の経済を高度成長時代から低成長時代へと一気に変転させた。しかし、この時期農業機械の需要は顕著な伸びを示した。この理由として、生産者米価が昭和 48（1973）年に約 15%、49 年に約 32% と大幅に引き上げられたこと、昭和 49 年から減反が緩和されたこと、物価の先高懸念から農家の購買意欲が高まったこと、農業従事者の高齢化・女性化と農業機械の多様化が進んだこと、などが挙げられている。農業機械は本格的な乗用化時代を迎え、トラクタ・コンバイン・田植機のいわゆる「三種の神器」がブームを巻き起こした。

### 3.3 農業機械の成熟・飽和期（昭和 51（1976）年～昭和 60（1985）年）

乗用形農業機械の技術は普及・安定化し、その質の向上が図られた。高性能化に加えて、易操作性、座乗性などの面も製品開発に考慮された。品質管理が進み、昭和 51（1976）年には農林省が「農業機械安全鑑定基準」を発表し、各社の農業機械の安全対策が進んだ。空前のブームを謳歌していた農業機械産業も昭和 53 年政府が「水田利用再編成対策」（第二次減反）を打ち出し、10 年計画で 67 万余 ha の水田を稻作から麦・大豆・飼料作物などへの転換を促すべく策定したため、農家が不安・動搖を来たし、トラクタ・コンバイン・田植機などの大形高性能製品の普及も一巡して、以後は更新需要に期待する以外にない時期に差しかかっていたことも相まって、農業機械需要は落ち込み、このあと長く厳しい低成長時代に入っていくのである。

### 3.4 農業機械の多様化期（質的転換期）（昭和 61（1986）年～平成 18（2006）年）

この期間の初めのうちは日本はいわゆる「バブル経済」の中にあり、稻作用機器の一層の技術進展とともに農業機械の普及は引き続いて伸びを示した。しかし、昭和 63（1988）年になると、2 年続きの生産者米価の引き下げ、さらには農産品 8 品目輸入自由化などが重なって、市場環境はますます厳しくなり、農業の二極化（規模拡大専業と第二種兼業）が一段と顕著となっていました。これに対応して農業機械製造会社は小規模農家向けの機械開発に力を入れるようになった。

平成 2（1990）年には、いわゆるバブルが崩壊して、日本経済は長期低迷・低成長時代に入ったまま 21 世紀に突入した。日本における一人当たりの米の消費量は低減する一方で、減反目標は約 96 万 ha という膨大な面積に達している。他方、世界における貿易自由化的流れは農産物も例外とはしない方向に進み、米の輸入自由化に対する外的圧力が強くなった。これら的情勢とともに農業従事者の不足は農業生産構造の変革の必要を促し、平成 4 年農林水産省は「新しい食料・農業・農村政策の方向」を発表し、経営規模の拡大や生産性向上などのための施策を打ち出した。平成 5（1993）年には米が大凶作になり、緊急輸入の事態を迎え、年末のガット・ウルグアイ・ラウンド農業合意によって米のミニマムアクセスの受入れが決まることとなって、ますます国内の米の生産・流通コストの大幅低減と稻作経営規模の飛躍的拡大が急がれる事態となった。これへの対処策として農林水産省は官民合同の緊急開発プロジェクト「農業機械等緊急開発（・実用化促進）事業」いわゆる“緊プロ”を発足させ、高性能・高能

率の農業機械と新技術の開発と実用化を促進した（平成 5～9 年度。平成 10 年度からは 21 世紀型農業機械等緊急開発・実用化促進事業として実施中）。平成 11 年には「食料・農業・農村基本法」（いわゆる“新農基法”）が制定され、食料供給の安全保証と農業・農村の多面的機能をも重視して、中山間地農業の維持と農地の有効利用の促進によって食料自給率の維持から、さらには近い将来における向上を目指す基本方針が定められた。また、米の輸入については、ミニマムアクセスから関税化の受入れへの方針転換を行った。日本農業に求められていることは、世界経済の中で自立可能な農業の確立を早急に実現することである。このような情勢下では、農業機械の技術開発の方向は大型化、高性能化だけではなく、作業の複合化や省略、さらには小形・シンプル・低価格化のように多様化して行かざるを得ないのである。

### 3.5 農用内燃機関と歩行形トラクタ

#### 3.5.1 農用石油発動機の開発（昭和 20（1945）年以前）

初期の歩行形トラクタの発達は、石油発動機など小形農用エンジンの発達と密接に関連している。日本の石油発動機の歴史は明治 17（1884）年頃東京職工学校（現東京工大）で、イギリス製スピエル発動機を購入したのがはじまりといわれている。図 3-1 は大正 6（1917）年に東京泰明商会の手で輸入されたアメリカ・シカゴのインターナショナル農具会社製の出力 2.2kW / 475rpm の低速水冷小形石油機関である。

これら外国製の石油発動機が普及していく一方、国内では大正 9（1920）年岡山県の馬場常二が馬場式を作成、そのころから山岡発動機工作所（現ヤンマーディーゼル）、大阪発動機（株）も製作を開始した。大正 12（1923）年に福岡県の戸畠鋳物（株）はアメリカから技術者を招き、リミットゲージシステムによる大量生産に乗り出し、ついで大阪の久保田鉄工所も大量生産に着手した。

山岡発動機工作所（大阪）の山岡孫吉は持ち運びに便利な軽い農用石油発動機を製作せんと努力を重ね、

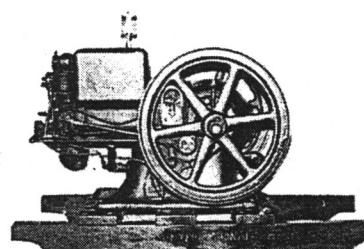


図 3-1 低速水冷小形石油機関（インターナショナル農具会社製）

大正 10 (1921) 年ヤンマー变量式横形石油発動機 (2.2kW) を完成させた。变量式というのは、馬力を必要としないときには回転位置の浅いところにガバナをセットし、これを締めると回転が速くなって馬力が上がるという方式で、当時としてはユニークなものであった。改良を重ね、大正 13 (1924) 年には振動を少なくし、始動を容易にしたヤンマースロットル式石油発動機を開発、大正 14 (1925) 年にはヤンマーオフセット式石油発動機を完成・販売した。これは、ピストンの中心線をクラランク軸中心位置より下げてオフセットしたもので、低速タイプのエンジンではピストンの側圧が弱まり、シリンダの磨耗を減らし、振動も減らす効果があった。

山岡発動機工作所は大変な努力の末、昭和 8 (1933) 年 12 月 23 日、世界初の小形横形水冷ディーゼルエンジン HB 形 (3.7 ~ 4.4kW) の試作に成功する。それは今上天皇（当時皇太子）が誕生したその日であった。これは H 形シリーズ (3.7 ~ 15.3kW) の先駆けとなり、さらに小形の S 形シリーズ (1.1 ~ 4.4kW) の開発市販につながり、これらは昭和 32 (1957) 年まで好評裏に生産されることとなった。

久保田鉄工所は大正 11 (1922) 年農工用石油発動機 A 形 (2.2kW) を杉山商店を通じて販売した。さらに機種を増やすとともに、改良を加え、その性能は高い評価を受けた。

### 3.5.2 歩行形トラクタの研究開発の歩み

歩行形トラクタの研究開発は、大正 9 (1920) 年から 2 ~ 3 年の間にスイスからシマー式、アメリカからキーチリタ、ビーマン、キンケードなどの耕うん機や園芸用歩行形トラクタが輸入され、各地で試用されたことに始まる。これらは畑地ではともかく、水田では実用にならなかったが、岡山ではシマー式が麦の中耕に好成績をあげたため、大正 12 ~ 13 (1923 ~ 1924) 年頃から西崎浩（岡山）、矢吹八太郎（岡山）、板野初五郎（岡山）、藤井康弘（岡山）各氏により、定置作業用として普及していた石油発動機を搭載した耕うん機の試作研究が始まった。

図 3-2 はスイス製のシマー式駆動形耕うん機で、大正 10 (1921) 年に元大阪駐在のイタリア領事ファーブルランドが輸入し、各地を巡回して試用に供したものである。本機は他の輸入耕うん機とは全く形式を異にし、機体後部の回転式カルチベータすなわちロータリを毎分約 200 回転し、耕うん爪で切削碎土するという当時としては独創的な機構であった。

西崎の最初の耕うん機は、4 本鍬を機体に取りつけ、クラランクで上下に動かして土を碎くクラランク式であったが、これは昭和 11 (1936) 年に広瀬与吉（石川）によつ

て完成された。結局西崎はロータリ式耕うん部を後方に、エンジンを前方に置く形にし、昭和 2 年には 2 台を発売している。藤井は昭和 7 年「実用に耐える（水田用の）耕うん機としては“国産第 1 号”である」とする 1.8kW のロータリ式動力耕うん機“幸運機”を完成した。昭和 13 年の岡山県児島郡内の耕うん機台数は 548 台であるが、この中、板野式 191 台、西崎式 148 台、藤井式 141 台となっている。

図 3-3 に示すロータリ式動力耕うん機は戦後の耕うん機の原形ともいえるものであり、機体の後方下部に設けた 1 本の横軸に 10 数本の耕うん爪（普通づめ）を配列し、これを毎分 200 ~ 300 回転させて土壤を切削破碎する。初期のロータリ式の標準性能は、2.2kW 程度の横形水冷低速石油機関を搭載し、毎秒約 25cm の作業速度で耕幅約 65cm、耕深は約 10cm 程度であった。走行装置はラグ付き鉄車輪、伝動主軸への動力伝達には平ベルトが用いられていた。

図 3-4 のクラランク式耕うん機は、クラランク・レバー機構のレバーを耕うん刃とし、その先端の運動軌跡の直線部を利用して土中に耕うん刃が打ち込まれるので、鍬の作用に似た運動になり、抵抗が小さく、他の形式に比べて所要動力が少なく、深耕に適し雑草の絡

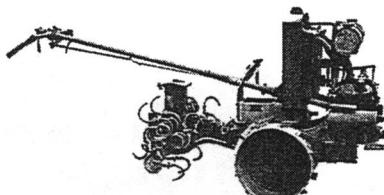


図 3-2 シマー式駆動形耕うん機

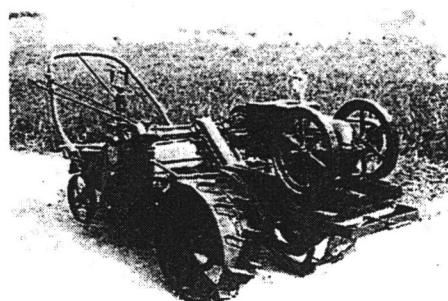


図 3-3 ロータリ式動力耕うん機（藤井鉄工所製）

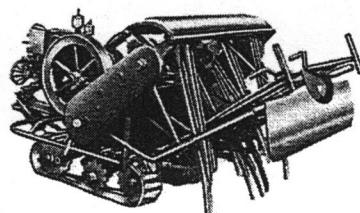


図 3-4 クランク式耕うん機

まりも少なかった。しかし、加速度が大きいため耕うん刃の故障が多く、かつ構造上汎用性に乏しかった。後述するように、昭和 30 (1955) 年頃からロータリ式の性能が格段に向上したため、次第に生産台数が減り、昭和 34 (1959) 年のヤマサ式 58 形をもって生産が中止された。

図 3-5 に示す耕うん機は一般に小谷式動力耕うん機といわれ、昭和 13 (1938) 年に小谷 (富山) が完成したものである。機体後部に装着した 4 本 2 対の横軸の先端に取り付けられたらせん羽根の回転により土壤を切削破碎する。走行装置はクローラで、軟弱な水田用に考案されたものであるが、硬い乾田や畑での供用が困難なこと、構造上深耕が困難なため一般化しなかった。

図 3-6 は昭和 15 (1940) 年に古川平次郎 (石川) が完成したもので、耕うん装置は機体後部に装着した 4 本 2 対の縦軸の先端に取り付けた特殊らせん刃で、相対するらせん刃が互いに反対後方に回転して土壤を切削破碎する。衝撃力を受けることが少なく、深耕しやすい機構であり、らせん刃の取換えによって代かき、中耕除草などにも利用できた。走行装置はクローラで昭和 27 (1952) 年以後は車輪式にし、耕うん装置を 2 本 1 対にした形式も作られたが、ロータリ式の性能がナタづめによって格段に向上した昭和 30 (1955) 年頃から普及が鈍り、昭和 41 (1966) 年に生産中止となつた。

このようにして、純日本式の耕うん機が実用段階に入ったものの、戦争による石油の入手困難や、さらには技術的にまだ欠陥があり農家に満足されなかつることもあって、普及は岡山県南部や福岡県筑紫平野を主とする 7000 台程度のまま終戦となつた。

### 3.5.3 耕うん機の本格的開発始動期（昭和 20 ~ 27 (1945 ~ 1952) 年）

終戦は日本社会に混乱を引き起す一方、安定した保守社会ではなしえなかつた劇的な改革をいくつも可能にした。第 1 章でも述べたように、農業機械化に関連した大改革としては、昭和 21 (1946) 年に行われた第一・二次農地改革が挙げられる。地主制度は崩壊し、自由に創意を發揮できる自作農 600 万余戸が誕生した。しかし、昭和 20 (1945) 年の米の產出高は 560 万トンと平年作の 3 分の 1 を下回る凶作で、食料確保は国民的な緊急課題であった。そのためには「高性能耕うん機供給こそ時代の要請にこたえることになる」(藤井康弘) という先見的意志により耕うん機開発に意欲を示す会社がある一方で、GHQ は、日本の狭い田畠では耕うん機のような機械の導入は不必要とし、牛馬耕中心の耕うん指導を行つていた。従つて当時は、

犁などの牛馬耕用の農具も用いられ、全般的には畜力による耕起・代かき・中耕除草が支配的であった。

とはいへ、昭和 30 (1955) 年代の耕うん機全盛時代への伏線はこの時期に着々と敷かれつつあつた。まず、中速水冷石油機関の高性能化がある。三菱京都製作所は昭和 23 年高度な航空機エンジンの技術をもつて軽量中速石油エンジン KE4-1 形を完成、「かつら」と命名され昭和 24 (1948) 年より発売した (図 3-7)。これはその後の「かつらエンジン」の先駆けとなつた。このエンジンの定格出力は 1200rpm で 2.6kW、質量は 84kg であった。当時のエンジンはすべて回転速度 1000rpm 以下、質量 150kg 以上であったので、画期的なエンジンとして注目され、中速化の端緒となつた。

(株) 久保田鉄工所は昭和 25 (1950) 年頃からエンジンの用途は耕うん機への搭載など移動作業用が多くなり軽量化が要求されたので、回転速度を 1000rpm に増大して中速化すると共に、傾斜運転のために生じるホッパ冷却水の流出を防止するカバーを採用するな

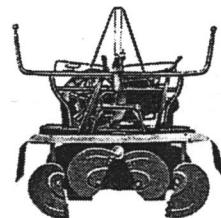


図 3-5 横軸スクリュー式動力耕うん機

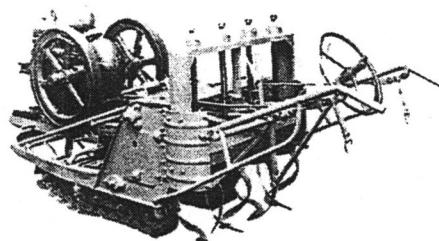


図 3-6 縦軸スクリュー式動力耕うん機

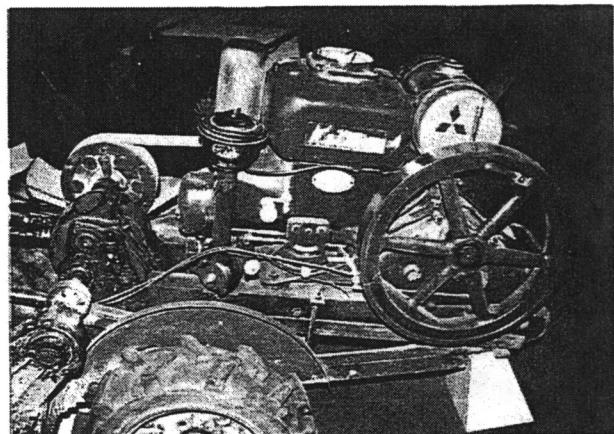


図 3-7 かつら K 形灯油機関

### 3. 動力源・トラクタ

ど構造も若干変え、昭和 25（1950）年に H 形として発売した（図 3-8）。また、同年 40kg と軽量で簡単に持ち運びができる超小形エンジン SH 形を発表した。このシリーズはさらに燃料タンクを気化器上部に移したフロート室付き気化器の採用、吸込み空気浄化のための簡単な乾式空気清浄器の装着など、昭和 30（1955）年の N 形発売まで改良が重ねられた。N 形は燃料がガソリンから灯油に自動的に切り替わるラジエータ付き水冷式オートエンジンであり、空冷式では難しい高出力連続運転を可能にした。

空冷小形 4 サイクルエンジンの開発も活発に行われた。図 3-9 は三菱名古屋機器製作所が昭和 23（1948）年に発売した農用小形ガソリン機関マイキ NE 形で、わが国の農工用空冷ガソリン機関の第 1 号機である。その後改良が重ねられ、昭和 45（1970）年までの累積生産台数は 200 万台に達した。

同じく昭和 23（1948）年に石川島芝浦機械（株）は当時の燃料事情から軽油をオットー機関に用いた空冷高速機関、マルタ 3 形軽油機関（図 3-10）を開発した。2000rpm で定格出力 2.3kW であった。シバウラ空冷機関はマイキ空冷機関とともにわが国の農用小形空冷機関の双璧で、昭和 30（1955）年市販の GE13 形ガソリン機関及び昭和 32（1957）年市販の GE18 形ガソリン機関は、昭和 26～27（1951～1952）年頃から輸入されたボーレンス、クリントンなどの安価な外国製小形ガソリン機関の輸入を阻止したといわれるほ

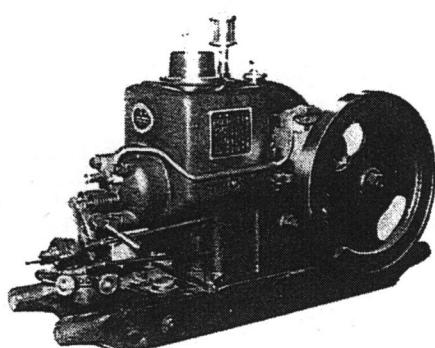


図 3-8 クボタ H 形水冷石油機関

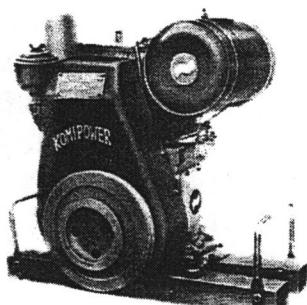


図 3-9 マイキ空冷ガソリン機関

ど高性能であった。

さて、戦後の耕うん機の開発であるが、昭和 21（1946）年三菱東京製作所（大井工場）はハンドトラクタ CT10 形（3.7kW）50 台を製作、後に名古屋製作所に引き継がれハンドトラクタ、ティラー、耕うん機の母体となった。特にハンドトラクタは、わが国最初の機種であった。その後、昭和 26（1951）年にけん引駆動兼用形のハンドトラクタ CT30 形（3.7kW）を発売した。図 3-11 に三菱ハンドトラクタ CT30 形を示す。

昭和 22（1947）年旭産業（株）（現・クボタ精機（株））は耕うん機試作 1 号機を完成、クボタロータリ耕うん機 K1 形と名づけ、販売を開始した（図 3-12）。構造はそれ以前のものと大差なく、出力 2.2kW 又は 2.9kW の水冷低速石油機関を搭載し、鉄車輪を履いていた。これは、その後の耕うん機時代をもたらした初期の機械として、記念すべきものである。

藤井製作所は、昭和 23（1948）年戦後初の新形式として、2.2kW の耕うん機 Z 形を開発した。昭和 25（1950）年には水陸両用耕うん機 Z 形を完成し、日

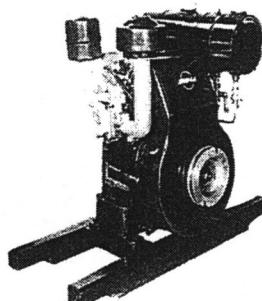


図 3-10 マルタ 3 形軽油機関

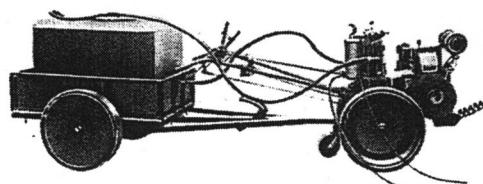


図 3-11 三菱式 CT30 形ハンドトラクタ

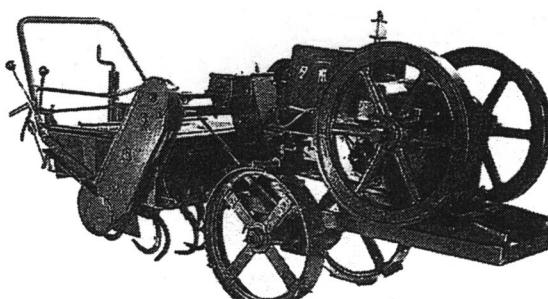


図 3-12 クボタ K1 形ロータリ式耕うん機

本では最初の代かきのできる耕うん機となった。図3-13は、改良されたNZ形を示す。また昭和27（1952）年にはゴム車輪をつけた耕うん機P形を完成し、さらに扱いやすくなっていた。（図3-14）。

竹下鉄工所（福岡）は、昭和25（1950）年水陸両用耕うん機を完成させ、“トモエ回転耕うん刃”による優れた耕うん性能によって高い評価を受けた。その後改良を重ねたD形は、当時他社の追従を許さない最先端を行くものであった。

このような開発努力があつても、昭和25（1950）年の耕うん機普及台数が1万3420台にとどまっていたのは、やはり農地改革による農地の零細化、畜力による農作業の蔓延、および農村における労働不足がいまだ顕著には現われていなかつことによるものと思われる。農作業そのものは重労働であったが、高価な耕うん機を購入する余力が一般の農家にはなかつたといえよう。

### 3.5.4 耕うん機の発達とそのブーム期（昭和28～35（1953～1960）年）

「農業機械化促進法」が公布された昭和28（1953）年から「農業基本法」が制定された昭和35（1960）年までのこの時期は、朝鮮動乱によって僕倅的にもた

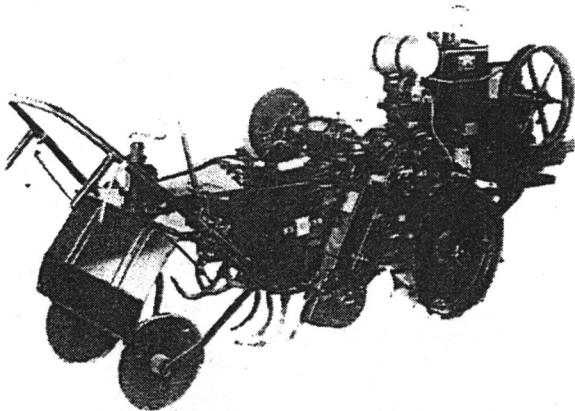


図3-13 藤井式NZ形水陸両用耕うん機

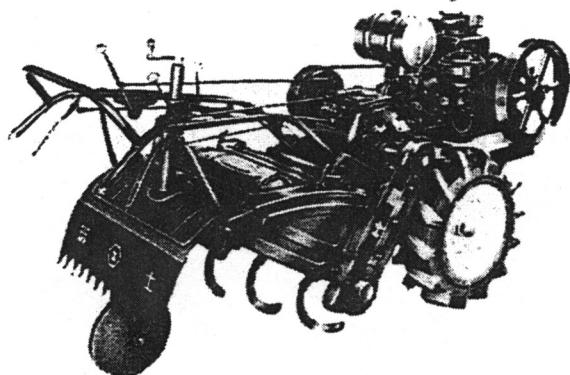


図3-14 藤井式P形耕うん機（ゴム車輪装着）

らされた日本産業（特に工業）の復活発展、機械化を促進する行政の前進、農業土木事業による基盤整備の進展、農村の青年・壮年層の自主性の高まり、などが背景にあって、動力耕うん機の急速な普及が示すように、個別利用を中心とする小形機械化が飛躍的に進んだ時期である。勿論、それは動力耕うん機の改良、新製品の開発に取り組んだ多くの技術者の努力の成果でもあった。

井関農機（株）は昭和28（1953）年多くの特徴を持つ本格的なロータリ式耕うん機KA1形（2.2～4.4kW）を販売、翌年にはKB1形を生産した。KA1形は1) シングルギヤボックスをつけ重心を低くし、ベルトを変えないままエンジンを前後に動かして重心のバランスが取れ、ベルトの張り加減も簡単に調節できる、2) サイドギヤボックス採用で最低地上高25cmと高くされ、歎づかえを起さない、3) 主クラッチに単板乾式を採用、ハンドル手許で操作でき、サイドクラッチを車軸より3軸前側に設けて軽く切れる、4) ギヤ・シャフトは特殊鋼の浸炭焼き入れとし、スライド加工を取り入れて磨耗や破損が少ない、5) ハンドル高さを上下2段約6cm調節でき、作業者の疲労を軽減できる、6) 平ベルトをやめVベルトを採用し、作業機への動力伝達性能が向上、などの特長を有している。KB1形はさらに1) ロータリカバーを着脱式にして、歎立器使用時の土はけがよく、2) オイルシールを採用して防水性が高く、3) バックギヤを取り付けたので操作が容易であり、4) バック時ロータリ停止装置を設けて、ロータリ作業が安全に行えるなどの特長を持っていた。当時の耕うん機は、まだ故障が当たり前の時代だったので、故障が少なく使いやすいKB1形は販売開始後市場の人気を独占した。

昭和28（1953）年には佐藤造機（株）も動力耕うん機を新発売している。

耕うん機の普及がこの時期に飛躍的に進んだ要因の一つは、昭和27（1952）年に箱根屋（横浜）がアメリカから輸入し、翌年細王社がメリーリー社と技術提携して国産化した「メリーティラー」に端を発するティラーブームであった。ロータという特殊な形の車輪で走行と碎土を兼るのが最大の特徴であるが、ロータの代わりに普通の車輪をつけるとごく小形のハンドルトラクタになる。輸入当初のメリーティラーは変速装置も舵取りクラッチもない耕うん機としてはきわめて不完全な機械であったが、国産化されて以来、機構の改良、作業機の研究によって性能が著しく改善され、特に犁の装着利用、トレーラけん引、代かきロータの開発などによって急速に普及した。役畜が農村から急速に姿を消していく最大の原因はティラーの普及だともいわれている。軽量・小形・安価であることから好評を

博したメリーティラーの成功によって、ティラー式耕うん機メーカーが一時期続出し 100 社を超すという盛況になった。ティラーは昭和 32 (1957) 年までに 76,000 台も売れ、このため耕うん機全体の出荷台数も昭和 28 (1953) 年の 18,000 台から昭和 30 (1955) 年は 38,000 台、32 (1957) 年には 123,000 台と急増した。普及台数は昭和 30 (1955) 年約 63,000 台、昭和 35 (1960) 年 2 月約 517,000 台、同年 12 月約 746,000 台と急カープを描いて増加した。

昭和 31 (1956) 年三菱工業は三菱ティラー CT50、CT51 形を発売した。また、佐藤造機（株）は、初のティラー RT1 号を発売した。久保田鉄工（株）は昭和 31 (1956) 年に湿田専用耕うん機 KLB 形を完成、昭和 35 (1960) 年には耕うん機 KR 形を発売したが、後者は大ヒット商品となり、昭和 41 (1966) 年までに 350,000 台を生産した。

耕うん機はその作業の態様からけん引型（プラウなどのけん引）、駆動型（ロータリの駆動）およびけん引駆動兼用形に分けられているが、いずれも農用小形エンジンを耕うん機本体に搭載し、ベルトで伝動して使用するものであった。ところが、昭和 34 (1959) 年本田技研工業浜松製作所で発表された新形耕うん機 F150 は、エンジンをミッションケースに直結した画期的なワンボディ形（質量 59kg）であり、小売価格 10 万円という破格の安値（従来の耕うん機は 15 ~ 16 万円）であったため、農機業界に強いショックを与えた。

井関農機（株）は、ワンボディ形耕うん機の開発に取り組み、昭和 34 (1959) 年 12 月 KF850 形および KB500 形を発表した。KB500 系は、農作業・運搬と年中役立つように、大形機とティラーの双方の長所を取り入れ、空冷ガソリンエンジン (5.1kW) を直結した軽快な耕うん機であり、発売と同時に大変な人気を博した。三菱重工は昭和 34 (1959) 年耕うん機 CT80 形 (3.7kW) を発売、これが三菱耕うん機の始まりであったが、昭和 36 (1961) 年には空冷エンジン直結の耕うん機 CT100 形を発売した。藤井製作所は昭和 34 (1959) 年車輪の間隔を指 1 本で自由に調節できる装置を持った 5.8kW のディーゼル耕うん機 PM 形を完成し、その卓抜した機能とともに発売以来 10 年という長いライフサイクルを維持した。

前田耕一氏によれば、耕うん機は昭和 30 (1955) 年以降三つの方向に分化していったとする。すなわち、1) 従来の 3.7 ~ 4.4kW 駆動用動力耕うん機をより高馬力化 (5.8 ~ 7.3kW) して耕うん作業の能率化と作業精度特に深耕可能化をねらった大形高馬力化の方向、2) 小形化すなわちティラー形といわれる 1.5 ~ 2.2kW の空冷エンジンを搭載し、和犁がアタッチ

メントとして付けられ、車軸にロータを取り付けて代かきができる、中耕培土等管理作業もでき、リヤカーをけん引して運搬もできるなど、汎用の小形・軽便な個人利用向きの廉価な機械への方向、3) 従来の 3.7 ~ 4.4kW 級の駆動形でロータリ耕うん装置も和犁も取り付けうる駆動けん引兼用形への方向、の三つである。駆動けん引形では作業機の着脱を容易にするために、駆動は従来のサイドドライブ方式に対してセンタードライブ方式が採用された。以上のように変化したことから、従来の動力耕うん機の名称は昭和 30 年頃からは用いられなくなり、これらを総括して農用小形トラクタと呼称し、それぞれ駆動（専用）型、けん引型、駆動けん引兼用型として区別するようになった。その後大形トラクタの導入が進んでからは、歩行形トラクタと呼ぶようになった。メーカーの社史などでは、耕うん機とティラーを区別しているものの、歩行形トラクタという表現は見当たらない。

### 3. 5. 5 耕うん機の完成期（昭和 36 ~ 50 (1961 ~ 1975) 年）

昭和 36 (1961) 年「農業基本法」が制定され、翌年から「農業構造改革事業」が大規模に実施されていった。これは大形農業機械の導入を前提にしたもので、農業の機械化をますます促進させるとともに、特にトラクタやコンバインなど乗用大形機械の普及を促すものであった。耕うん機とトラクタの普及台数の変化を見ると次のようになる。

年	1964	1966	1968	1970	1975	1980	1985	1990
耕うん機	2180	2730	3030	3160	3280	2752	2579	2185
トラクタ	25	39	124	292	648	1471	1854	2142

単位：1000 台

このように、耕うん機はこの期間を通して 200 ~ 300 万台という非常に高いレベルで普及しているのが、文献における記述からは次第にその姿を消している。これは「歩く機械から乗る機械へ」という大きな流れの中で、乗用トラクタ・コンバイン・田植機がクローズアップされていったためである。

昭和 39 (1964) 年、(株) 藤井製作所は、センタードライブ方式の耕うん機として HA548 形を発売した。一般的のセンタードライブ方式では爪軸を動かすためのケースが耕うん部の中央部にあり、その下が残耕になるのが弱点であったが、HA548 形はケースの左右に偏心させた回転残耕処理爪をつけ、宿命的と見られた残耕問題をみごとに解決した。

ヤンマー農機（株）は昭和 41 (1965) 年、ヤンマーディーゼルが耕うん機搭載専用に開発した FE 形エン

ジン（2.9～8.8kW）とセットにしたY形耕うん機を発売した。当時エンジンと耕うん機が同一開発計画の中で並行して進められるケースはほとんどなく、両者をマッチングした一体形のスマートなデザインは耕うん機に対するそれまでのイメージを一新し、このY形シリーズは爆発的な人気を博した。また、これはI形ミッションと呼ばれる、1本のレバーで前進6段後進2段の変速が行えるダイレクトチェンジ方式の画期的な縦に取り付けた新形ミッションを装備していた。

井関農機（株）は、耕うん機の各部の改良とデザインの一新を図ったKA形シリーズ（KA700、800、900）を昭和47～48（1972～1973）年に商品化した。特長としては、レバー1本で前進6段後進2段の変速が出来る構成とし、操作性の改善を図った。また、ロータリ着脱機構もワンタッチドッキングとし、ロータリ作業とけん引作業を容易に使い分ける構成とした。

ティラーも性能向上（残耕ゼロ、6段変速で広い作業範囲、フック方式でロータリ着脱簡単化、ニュートラルブレーキ、ダブルテンション方式の主クラッチ）を図りKS形を次々と市場に出し、また昭和49（1974）年にディーゼルエンジンを搭載したKS650D形を開発した。また、耕うん機・ティラーには昭和49～51（1974～1976）年に安全対策を施している。

久保田鉄工（株）は昭和40（1965）年に、軽量（質量215kg）・小形・強馬力（空冷灯油エンジン、3.6～5.1kW）で婦人でも手軽に使用できる汎用耕うん機LP750Lを市場に出した。ロータリ耕はもちろん、犁耕・運搬作業にも使いやすく、機体の重心が低く傾斜地管理作業も安定し、耕うん部の脱着が簡単で、前進6段・後進2段の多段変速が手元ででき、爪軸も3段変速で碎土状態を選ぶことが可能、ハンドルは上下伸縮回動でき、さらに補助ハンドルがついて多くの作業に使いやすいとする特色を有していた。そのうえ、轍間調節は六角ホイールチューブ方式でピン1本で簡単にでき、耕うん幅は48～60cmの範囲で可変とすることができる。さらに、広幅タイヤを採用しているため湿田性能がよく、前方ヒッチ付きで草刈機・防除機等アタッチメントの取り付けが容易であるなど、操作の容易さと用途の多様化をねらう耕うん機の技術要素がこの時点では網羅されていた。

昭和40（1965）年、久保田鉄工（株）は管理機PCを発売した。これは業界初の総質量43kgの軽量であぜ越えなども片手で簡単にでき、また、エンジン方向・ヒッチ方向どちらにも進むことが可能で（すなわち、ハンドルをエンジン方向にもヒッチ方向にも取り付けることができる）、常用出力1.3kWの空冷ガソリンエンジンを搭載、中耕ロータリ、カルチベータ、培土機、

草刈りロータ、荷台、散布機、穴掘り機、その他多くのアタッチメントが用意され、ほとんどの農作業をカバーできる小形万能管理機（鍬・犁・手押し一輪車の動力化）であった。

久保田鉄工（株）は昭和43（1968）年、乗用耕うん機RV90を世に出した。これは従来機に耕うん機の軽快さに乗って作業できる長所を加えたもので、価格も使いやすさも一般の耕うん機並みであった。この形式になると、いわゆる乗用トラクタと見た目は変わらないものとなり、トラクタに代替されていくことになった。

昭和40年代、久保田鉄工（株）はK形シリーズ（昭和44（1969）年、K500定格3.7～4.0kW；昭和45（1970）年、K600定格4.0～5.1kW、K700定格4.7kW；昭和48（1973）年、K900定格5.8kW）を発売し、軽量で強力なディーゼルエンジンを搭載し、ロータリのセンター・チェーンケース下の残耕も残さないV字回転機構、ハンドル部を軽く持ち上げれば爪回転が自動的に止る爪けん制装置、レバー1本で前進6段・後進2段が変速できるモノシフト式、湿田でも抜群のけん引力を誇る大径タイヤ、あぜ際もきれいに耕すワイド耕うん、工具なしでロータリ回転速度を4段変速できるフリードッキング方式、などの機能を装備し、耕うん機としてより完成したものとなっていました。

### 3.5.6 耕うん機の成熟、多様化期（昭和51～平成18（1976～2006）年）

昭和50年代に入ると高性能とともに、より使いやすい耕うん機、より安全で経済的な耕うん機が求められ、開発されてきた。

昭和55（1980）年、久保田鉄工（株）が発売したK7（5.1kW）、K8（5.8kW）、K9（6.6kW）形耕うん機は使いよさプラス快適さをキャッチフレーズに、新機構ダイナミックバランスを内臓した低振動・低騒音のディーゼルエンジンを搭載し作業の快適性を向上させ、独自のTVCS方式の新形燃焼室により寒冷地での始動がすばやくできたり、新フィンガータッチによる工具なしで手軽にロータリ脱着が可能というように操作の容易さに重点を置くとともに、安全の面でも前述の爪けん制装置とともに爪回転を切らないと後進に変速できないバックけん制装置が装備され、すべての回転部をカバーで防護するなどの対策が講じられた。

井関農機（株）は昭和57（1982）年、軽快な作業性を追及したけん引・駆動兼用形耕うん機ニューKXシリーズ（5.1～5.8kW）を発売、正逆転ロータリやセルスタートを装備し、使いやすいものとなった。また、平成元（1989）年発売のKVAシリーズでは、作業やオペレータの体格に合わせてハンドル高さをワン

### 3. 動力源・トラクタ

タッチで調節でき、狭い場所やバック作業に便利なハンドル回動ワンタッチ調節機構が組み込まれた。さらに、ハンドル手元レバーで前進3段・後進1段のノンクラッチ変速ができるように、キースライド方式の変速機構を採用し、ハンドル回動のどの位置でも変速操作ができるようにした。

さらにメカトロニクス技術・自動化機構を取り入れて、昭和61（1986）年久保田鉄工（株）は耕うん機K1シリーズ（4.4～5.8kW）世に出した。低燃費・高出力の直噴ディーゼルエンジンを搭載し、主変速レバーを固定でノンクラッチで30%の車速変速が可能なデュアル変速、カーブや坂道でも安全に走れるデフ（差動）装置、セルスタートア、ソーラー充電器、ハンドルを持ち上げれば角度センサの動きによってロータリ爪が自動的に停止し、降ろせば自動的に回転する装置、耕深ダイヤルをセットすればセンサと後輪上下操作モータで一定の耕深を保つ自動耕深調節装置などを装備した。

ロータリ耕うんを主として行ういわゆる耕うん機とともに、けん引形あるいはけん引駆動形の主に小形空冷ガソリンエンジンを搭載した2.2～4.4kWティラーの持つ種々の機構・技術は、耕うん機のそれと同じようにならえてきた。三菱農機（株）の最新のティラーMS66（定格3.3kW）、MS86（定格4.4kW）はコンパクト軽量・ハイパワーの空冷4サイクルOHVガソリンエンジンを搭載、多彩で高能率な仕事を実現する前進6段・後進2段変速、手元でワンタッチレバー操作を可能とする機構を装備し、安全性や便利さも充実した。

平成9（1997）年、三菱農機（株）が販売した耕うん機MR600（4.4kW）・900（6.6kW）・1000（7.3kW）はワンタッチで始動のセルスタートを装備した直噴ディーゼルエンジンを搭載、独自のVセンター機構でチェーンケース下の残耕を抑え、逆転ロータリ、ワンタッチのロータリ着脱、クリープ速度、使いやすい操作部などの特徴を有していた。同社が平成11（1999）年に売出した耕うん機MR700D（5.1kW）、MR800D（5.8kW）も同様な仕様で、強力な直噴ディーゼルエンジンを謳い文句にしている。

ヤンマー農機（株）は平成6（1994）年、老人や婦女子でも使いやすいため安全性が高い小形軽量水田耕うん機としてダッシュ防止の効果が高い一軸正逆転ロータリDK6D、7D、8D（4.2、4.5、5.1kW）を開発した。

井関農機（株）は平成7（1995）年よりミニ耕うん機KCRシリーズに一軸正逆転耕うん軸機構を採用し、軽量・小形な耕うん機にありがちなダッシングが全くない耕うん装置にした。また、平成8（1996）年には

さらに進化させた残耕処理装置付きのデュエットロータリを発売した。

平成に入って本格的な専業農業と兼業農業あるいはホビー農業の二極化はますます顕著になり、耕うん機の分野も特に小規模なホビー農業に使われる「管理機」や特定作物専用の「専用機」が開発されてきた。

昭和56（1981）年久保田鉄工（株）が発売した管理機ポピーT32、T42は定格2.0～2.8kWの空冷4サイクル単気筒電子エンジンを搭載し、ハンドルを180度回転するとき操向クラッチ自動切換装置（ASC）が働き、マルチなどのハンドル逆向きでの作業やタンク時のハンドル回転が楽にでき、除草などの低速度作業時には前・後進がノンクラッチでできる機構や、パワーを必要とするネギ・コンニャクの土入れ作業や稻作転換畠での中耕ロータリによる中耕除草が容易にできるロータリ速度付きの前進6段・後進2段の幅広変速段を有している。また、平成10（1998）年に（株）クボタが発売した管理TMA4は定格出力2.3kWの空冷4サイクルOHVガソリンエンジンを搭載し、軸部の爪や車輪を種々に交換することにより、耕起・中耕・中耕除草・培土・代かき作業に用いることができ、「スニーカーをはいて畠へ」のキャッチフレーズで「Midyスニーカー」と名づけられている。また、草や藁の巻付き防止棒をつけたナタ爪ロータによる安定耕起、大径車輪によるパワフル作業、ごみや水などの浸入を防ぐ防塵カバー付きエンジン、工具を使わずにワンタッチでできる移動輪の脱着など作業性の向上が図られるとともに、取扱いの楽な操向クラッチによる方向転換、主クラッチの入り切りを指先で簡単にできるフィンガークラッチ、傾斜形低姿勢エンジンで重心を低く保ちながら、安定した作業を実現したり、手元配置のリコイルスタートでエンジン始動が簡単に行えるなど操作性もアップし、緊急時にはスイッチを押すだけで確実にエンジン停止やエンジンスイッチが入りの状態でも主クラッチが入っているとエンジンを始動せず飛び出しを未然防止、あるいはロータリスイッチが入りの時は変速が後進に入らないロータリ後進けん制などの、安全面の配慮も耕うん機並みに充実している。

ヤンマー農機（株）は平成3（1991）年、「家庭菜園ブーム」に乗り、安全で使いやすい野菜畠でのミニ耕うん機としてデッドマンクラッチを持ち、車速とロータリの回転の切り換えがレバー1本でき、しかも正逆転ロータリ付きで硬い圃場でのダッシュが防止できるMRT4、6（2.9～4.4kW）を開発した。このミニ耕うん機の操作には、従来よく用いられてきたサイドクラッチではなくデフ機構を採用し、使いやすくした。ポチという愛称で、現在も年間販売台数が

1万台を越えるヒット商品になっている。ヤンマーではポチをシリーズ化し、ウルトラポチ（乗用管理機）、デカポチ（歩行形トラクタ）、ちびポチとして販売している。さらに平成9年（1997）年、ミニ耕うん機の姉妹機として、より安全になるようにロータリを車輪前方に配置したフロントロータリタイプのミニ耕うん機TB3（2.2kW）を開発した。

ヤンマー農機（株）は平成5（1993）年、従来からあつた一輪管理機をさらに使いやすくするために、エンジン上方に搭載していた燃料タンクをエンジンとミッションの間にロアータンクとして配置することによって低重心化することに成功し、一輪車の欠点とされるふらつきを減らし、直進性を向上したPSC3、4、6（2.2、2.9、4.4kW）を開発した。

平成6（1994）年、ヤンマー農機（株）は管理作業の一つである土揚げ作業のため、特に片寄せ時に土の飛散をさえぎるチェーンケースの代わりに伝動系をシャフトドライブにしたロータリ直結の専用機HK6、8（4.4、5.8kW）を開発した。車軸作業機としてMTシリーズを昭和54（1994）年に開発し、好評を博したが、さらに安全を考慮し、デッドマンクラッチ採用のMT2、3（1.5、2.2kW）を平成5（1993）に開発した。

井関農機（株）は平成6（1994）年、軽量・小形コンパクトで取扱いが楽な、簡単操作で高齢者・女性が使える、デッドマンクラッチとデフを装備した、ミニ耕うん機を開発した。すなわち、畑作用・家庭菜園用として同年KCRシリーズ（KCR53、63）を発売、より小形化をとの市場要望で平成10（1998）年KMR40をさらに小形化と安全性に配慮したフロントロータリタイプKFR21を平成12（2000）年に発売した。さらにミニ耕うん機に管理機の機能を併せ持たせた“うねっこマイペット”、“みぞっこマイペット”を平成12（2000）年に発売した。また、ユーザー層（高齢者・女性）に合わせ、ニッカドバッテリ式のセルスタートア仕様ミニ耕うん機を平成11（1999）年に発売した。ニッカドバッテリは携帯電話のバッテリと同じで、液が無く、小型軽量で自宅に持ち帰り、部屋の中で100Vコンセントから充電できる。充電器も標準装備している。

（株）クボタはホビー菜園用に、超小形49mL空冷4サイクル単気筒OHVガソリンエンジン（定格出力1.1kW）を搭載した機体質量15kgと軽量・コンパクト・低振動・経済的な（8万円未満）扱いやすいミニ管理機TMB200を販売した（平成11（1999）年）。

平成8（1996）年に（株）クボタが発売したクボタ多目的作業機“コンビ”BT65（定格3.1kW）・BT85（4.4kW）・BT95（4.8kW）は管理機に始めてHST（無段変速）を搭載し、牧草・コーン刈取り、牧草集草反転、

牧草・コーン細断・運搬、除雪、防除、耕起、果樹園管理、改良剤散布・施肥など18タイプの作業機と組合せて多目的に使いうるものであったが、他方種々の専用機も開発してきた。

平成6（1994）年にはクボタメロン管理機MA25（1.0kW）、平成8（1996）年クボタ管理機（ハウス管理機）TA-5・6SKGS、ネギ管理機TA-5・6、そして平成9（1997）年にはクボタネギ管理機TS70NM（2.9kW）、タバコ管理機T1-115L（W）・WT・RT（6.6kW）、むぎ管理機TS700CFG1（2.9kW）、平成10（1998）年生姜一輪管理機TS3（0.73kW）などの専用機が現われた。

平成3（1991）年、井関農機（株）は農機専業メーカーのノーハウを結集し、業界に先駆けて野菜栽培用管理機「愛菜家」JK11を発売、仕様については畠管理に最適の3方式を作業に合わせ、自動切替えができる構成とし、機動性を高めた。（1）ステアリング機構は前輪操舵・後輪操舵・前後輪操舵、（2）地上高650mm、（3）トレッド1200～1320mm、（4）機関は空冷ガソリン、（5）必要な作業機の装着・脱着が簡単にできる2P構造、とし、野菜畠に最適のトレッドが選択できる構造で、軽量コンパクト設計とした。

井関農機（株）は平成3（1991）年、減反・転作面積の増加に伴い、転作管理作物、管理用水田、畠作業兼用機の開発と同時に、3連カルチの開発を行い、耕うん機での培土作業から乗って作業できる管理機への軽労働化を計った。

平成8（1996）年、井関農機（株）は管理機「愛菜家」の特長である軽量コンパクトを稻作体系にも活用すべく、さらにハイクリアランス・高馬力のJK14を発売した。400Lの大容量防除タンクをシート廻りにビルトインし、重心移動を最小とする構成で、700mmのハイクリアランスを持ち、フロントには8mビームをセットし、稻作の防除方式を変えるものであった。

井関農機（株）は平成8（1996）年、粒状施肥機の開発を行い、水田での省力化を計った。肥料積載量は120kg、散布幅は15mであった。

### 3.6 農用トラクタ

#### 3.6.1 国産農用トラクタの黎明期（昭和40（1965）年以前）

昭和25年（1950）年、農林省は米国インターナショナル・ハーベスター社製ファーモル・カブ・トラクタを試験研究の目的をもって3両輸入した。このトラクタは水冷式4サイクル4気筒ガソリンエンジンを備え、旋回半径が小さく（2.5m）、油圧昇降装置を装備し利用範囲が広く、自重が635kgと軽快であるなどの長所を有していた。本トラクタは本来畠作用であり、プラ

### 3. 動力源・トラクタ

ウ耕に専ら用いられた。そのため前進3段・後進1段の変速機の第1速が、プラウ耕の速度3.2km/hに合わせてあった。この走行速度はロータリ耕のときの作業速度1.5km/hを遥かに越えているため、変速機の大改造を行わない限り、ロータリ耕への利用は不可能であることが判明した。このためトラクタは、わが国の水田地帯ではほとんど普及しなかった。

1950年代に入ってごく小形の石川島芝浦機械製AT-5形、ビクターオート製のCT-10形があいついで完成した。しかし一般にわが国では歩行形トラクタが全盛であって、トラクタ製作の動きはあまり見られず、小松製作所が昭和29(1954)年ドイツのノルマーグ社と提携して製作を開始したのが、わが国における本格的な車輪型トラクタ製作の最初である。

図3-15はチェリートラクタCT-6形である。3輪の乗用歩行兼用型で、4.0kWのシバウラ式空冷ガソリンエンジンを搭載しており、北海道および北陸の比較的規模の大きい水田地帯に一時的ではあるがかなり普及した。

図3-16のCT-10形は当初農工社が石川島芝浦機械製の5.1kW空冷灯油エンジンを搭載して製造していたもので、後にビクターオートが譲り受け、西ドイツのスチール社製135形空冷ディーゼルエンジン(6.6kW)を搭載して生産を始めたが、昭和34(1959)年には井関農機(株)が譲り受けて発展させていくことになる。

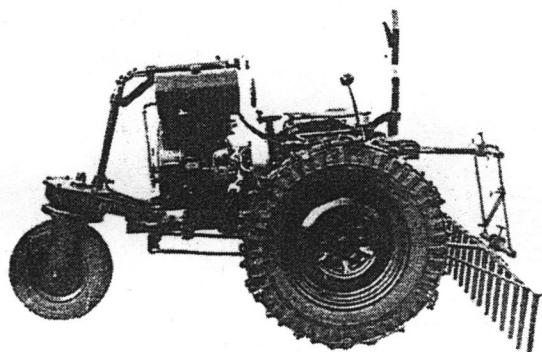


図3-15 チェリー CT - 6 形トラクタ

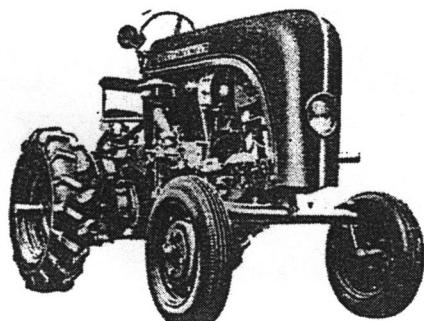


図3-16 チェリー CT - 10 形トラクタ

図3-17は石川島芝浦機械(株)の昭和29(1954)年頃の製品で、乗用歩行兼用型である。乗用の場合は3輪となり、作業機はミッドマウントする。前輪その他乗用のために必要な部分を取り外し、歩行用のために必要なハンドルを取り付けると歩行形になる。自社製の3.7kW空冷ガソリンエンジンを装備していた。

図3-18は昭和35(1960)年頃の石川島芝浦機械(株)製のガーデントラクタAT5-67である。常用出力5.1kW/2000rpmの1気筒石油機関を搭載し、前輪を交換して3輪または4輪の乗用として使用する。前進4段・後進2段で、プラウ耕・ロータリ耕をはじめ各種の管理作業に利用できる。動力耕うん機から汎用トラクタへ移行する一時期を象徴したものといえる。

図3-19は、昭和34~35(1959~1960)年頃(株)小松製作所が農用トラクタと農用自動車を兼ねた性質を持つ実用車として発売したコマツ農民車である。排気量280mL・5.5kWの空冷4サイクルエンジンを持ち、農用資材や生産物の運搬のほか、耕うん・整地・管理作業もできる汎用性の高さから普及が期待されたが、その後日本経済の急速な進展によりその期待は裏切られ、トラクタはトラクタとして、運搬は一般トラクタ導入により専用化されていくのである。

昭和31(1956)年頃から欧米製の大形乗用トラク

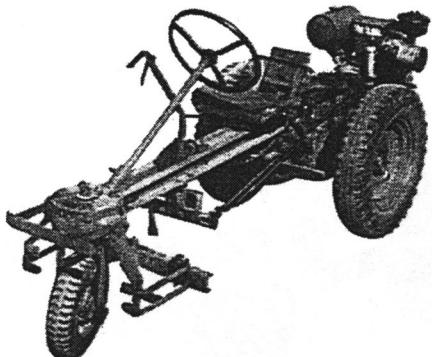


図3-17 シバウラ AT - 3 形ガーデントラクタ

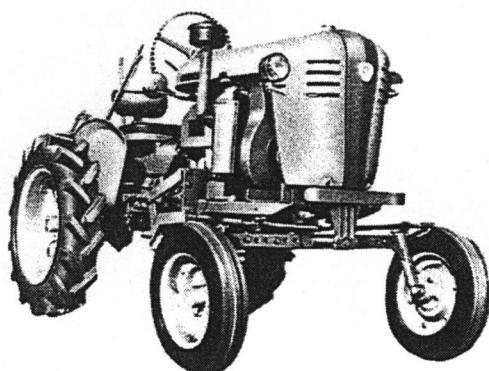


図3-18 シバウラ AT5 - 67 ガーデントラクタ

タが北海道を中心に使用され始めたが、これらは大形過ぎて価格も高く、作業性や経済性から見てもわが国農業にはなじまなかった。久保田鉄工（株）はわが国独自のトラクタ開発をめざし、設計・試作・テストを繰返し、昭和35（1960）年にエンジン・車体とも純国産の畑用乗用トラクタT15形（図3-20）を完成了。

井関農機（株）は昭和34（1959）年、耕うん機のエンジンメーカーであったビクターオートから同社が生産していた小形四輪トラクタ（チェリー）の製造権を譲り受け、新設計の末昭和36（1961）年にニューチェリーTC10形として販売を開始した（図3-21）。これは出力7.3kWの空冷2サイクル1気筒ディーゼルエンジンを搭載し、質量600kgと軽量、旋回半径が小さく、前進6段・後進2段・PTO4段の変速可能、直装ロータリ（ボルトによる着脱が容易）、左右ブレーキなどの特長を持っていた。翌昭和37（1962）年にはその改良機TC15形を世に出したが、これは独立油圧システムを有し、専用油圧タンクを設置し、コントロールバルブは外装式でメンテナンスを容易にした。

昭和36（1961）年、農業従事者と第二次産業従事者の間の労働・生活水準の格差を是正するために「農業基本法」が制定された。さらに財政措置として、同年に「農業近代化資金助成法」が制定され、長期・低

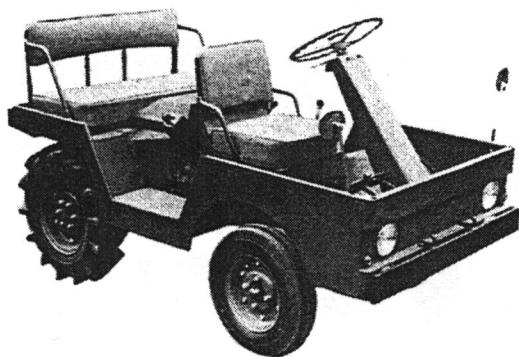


図3-19 コマツ製農民車

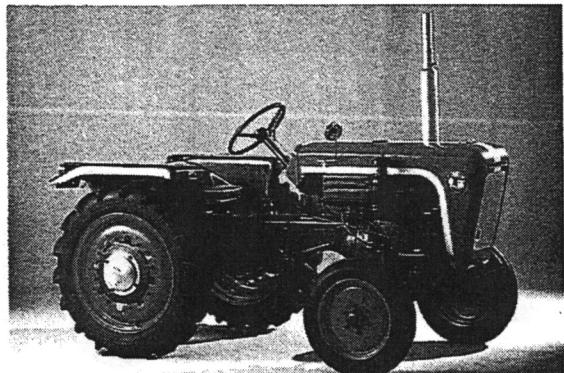


図3-20 国産初の畑用乗用トラクタ

金利の資金導入の道が開かれ、農業機械導入の促進剤となった。このような農業機械化のための基盤の整備が進むにあわせて、耕うん機やバインダなどの歩行形機械から、さらに労働を軽減化する乗用形トラクタやコンバインが各社で開発されていくのである。

昭和37（1962）年、久保田鉄工（株）は小区画湿田における耕うん・整地・代かきが可能な、小形軽量（750kg）で高出力（12.4kW立形2気筒機関）の水田トラクタL15R形を開発した（図3-22）。前後車輪荷重の最適化を実現し、ホイールベース極小化で隣接耕を可能にし、耕うん部を直装式とし、爪軸とタイヤとの近接を図った。ロータリはセンタードライブ方式の並列2本配置で、後輪幅より広い110cmを確保、油圧昇降装置を装備した。PTO2段、前進6段・後進2段の速度段を有し、最低耕起作業速度1.2km/hから道路走行15km/hの広い速度範囲をカバーし、強湿田・代かき用のストレーク車輪を補助走行装置として供給した。

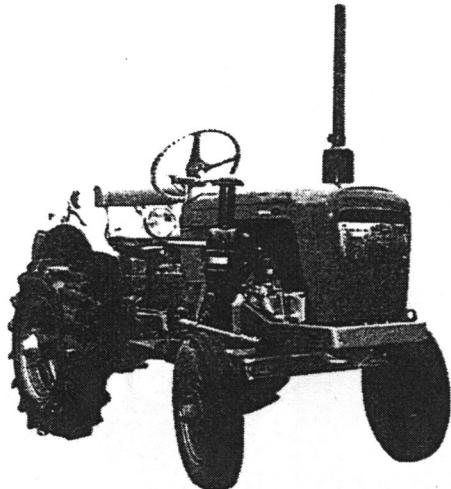


図3-21 井関製ニューチェリーTC10形トラクタ

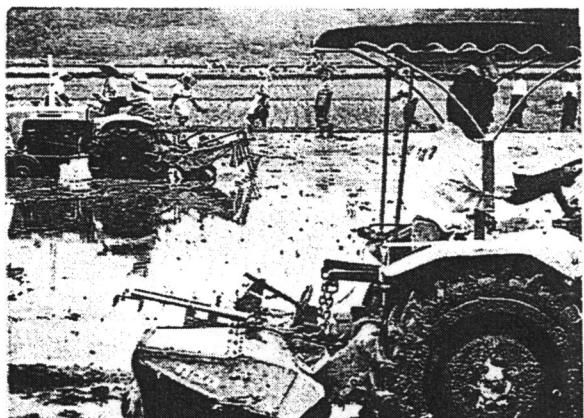


図3-22 クボタL15R形トラクタによるロータリ耕うん作業（兵庫県氷上町、1962年）

佐藤造機（株）は初のトラクタ、マイカー YB80 形を昭和 37（1962）年に発売した（図 3-23）。これは乗用耕うん機ともいえたが、北海道から鹿児島までの 3000km を走破して注目を集めた。翌昭和 38（1963）年三菱重工は乗用トラクタ R201 形を発売、水田の走行性を向上させその場旋回を実現した（図 3-24）。また、轍間距離をカバーする幅広ロータリの開発により、隣接耕を可能にした。三菱重工は昭和 39（1964）年にモノブロック形トラクタ R301 形を開発、ハーフトラクタを実用化して泥炭地水田や軟弱地での走行性を確保し、デュアルクラッチによって畑作・牧草作業での PTO ライブ機能を実現した。

ヤンマー農機（株）はトラクタ開発では他社に後れをとったが、昭和 38（1963）年 YM13A、YM18A 形を市販した（図 3-25）。それぞれ 9.5kW 横形水冷ディーゼル・13.1kW 空冷 2 気筒ディーゼルを搭載、前進 6 段・後進 2 段・PTO1 段の変速段で、セレクト式油圧昇降装置を装備していた。井関農機（株）は昭和 39（1964）年、水田向けトラクタ TB15 を発売した。これは伝動系の軸配列変更によって低重心化を図り、ポータルアクセル（門形車軸）で地上高を確保、軟弱地向け軽量化を実現し、ロータリ作業を主体におき、隣接耕うん

の簡略化とロータリの着脱性向上を可能にした。

### 3. 6. 2 トラクタリゼーションの到来（昭和 40～49（1965～1974）年）

昭和 35（1960）年に高度経済成長計画が打ち出され、農村から都市への人口流出が加速した。農家人口は昭和 35（1960）年の 3441 万人から昭和 40（1965）年には 3008 万人となった。また、兼業農家が増え、老人や女性が農作業の担い手となる農家が増加し、農業機械化の要請は一層高まった。

この時代、歩行形農業機械は成熟期を迎え、圃場を歩くことから解放され快適な農作業を能率よく行う乗用形農業機械への転換の時期となった。「乗る農業」・「トラ・コン時代」の到来である。農業機械は本格的な乗用化時代を迎える、トラクタ・コンバイン・田植機のいわゆる「三種の神器」がブームを引き起こした。

昭和 40（1965）年、農業機械化促進法施行令によって、原動機の総排気量が 0.75L 以上の車輪式乗用トラクタは高性能農業機械として指定され、幾多の税制上の優遇措置を受けることとなった。新しい農業近代化気運は、これまで耕うん機の熾烈なシェア争いに直面させられてきた大手メーカーを目覚めさせ、乗る農業への出発点として乗用トラクタの国産化への意欲を盛り上げることとなった。大手メーカー各社は耕うん機の延長線上に乗用トラクタをおき、その対処方針を固めつつあった。耕うん機の生産会社は昭和 30 年代前半には 150 工場を数えていたが、昭和 40 年代に入ってからその 9 割は消え去っていた。当初各社が乗用トラクタに関して固めた対処方針は次の 2 点であった。この場合、構造改善事業での補助対象機となりうるか否かは重要な決め手でもあった。

- (1) 国が提唱する 21.9kW 以上のトラクタによる大形機械化は時機尚早の状況にあるので、自社開発よりもさし当たっては海外トラクタメーカーとの提



図 3-23 佐藤造機製マイカー YB80 形トラクタ

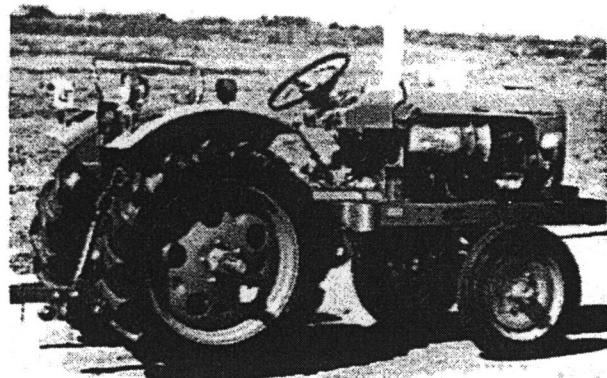


図 3-24 三菱製 R201 形乗用トラクタ

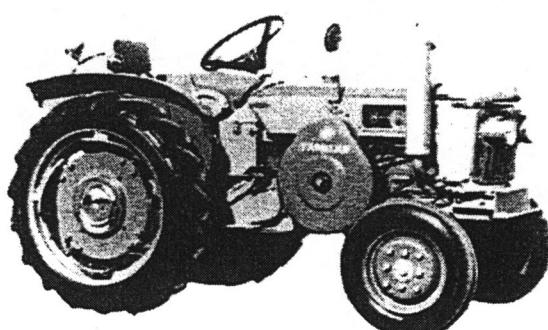


図 3-25 ヤンマー製 YM13A 形トラクタ

携によって対応する。

- (2) 乗用トラクタの時代の到来は当然予測される状況となり、これまでの北海道中心から内地中心に移行することも明らかと見られ、わが国の水田経営の事情からみて、その中心となるのは 11.0 ~ 18.3kW の中形トラクタである。したがって水田用中形トラクタの独自の開発を早急に進めるべきである。

以上の方針のもとに、大手各社はこぞって欧米のトラクタメーカーとの提携を開始した。井関農機は当初西ドイツのポルシェと、その後全購連から肩代わりしてチェコのセドアと、日立はアメリカのジョンディアと、久保田鉄工はイタリアのファイアットと、小松は西ドイツのインター、共立は西ドイツ KHD (クロックナ・フンボルト・ドイツ)、佐藤造機はイギリスのデビッドブラウン、というように海外先進メーカーとの販売・技術・業務提携を行ったのである。昭和 40 年以降も 21.9kW 以上の大形トラクタの導入はかなりの期間これらの輸入トラクタが大きなシェアを占めていたのである。

昭和 40 (1965) 年、井関農機 (株) は TB20 形トラクタを市場に出した (図 3-26)。これは機能・スタイルなど多くの部分にポルシェトラクタの技術を応用したもので、質量 940kg と軽量で、14.6kW の空冷ディーゼルエンジンを搭載して夏冬通して安定したエンジン性能を確保し、セントラルアクスル・大径タイヤによる地上高確保と質量のトータルバランスによる軟弱走行の向上、圃場の状態に合わせて自由に耕幅変更可能なロータリなどいくつかの顕著な特長を有していた。特に走行・けん引性については昭和 41 (1966) 年秋田県八郎潟干拓地 (表面 10 ~ 15cm は土、その下は沼) において行われたトラクタ性能テストで、ハーフトラックを装着して、(1)同じ場所を前進後退 5 回、(2) プラウをつけて最低秒速 1m、耕深 15cm 以上で作業を行うという過酷なテストを唯一合格し、評判を集めた。

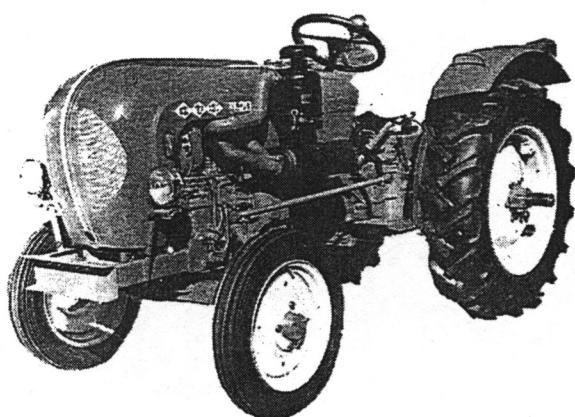


図 3-26 井関製 TB20 形トラクタ

昭和 42 (1967) 年、クボタ鉄工 (株) はトラクタ L - 35 に作業機高さを調整するポジションコントロールを採用した。油圧シリンダピストン位置を示すポジションレバーとピストン位置検出部とをリンクで接続し、リンク中央部を油圧バルブのスプールに接続した。このような種々の制御が取り入れられるようになっていった。後にこれらはマイコン制御となる。同年、三菱重工はトラクタ R220 にボール式デフロックを採用、操作力の軽減と断続の円滑化を図った (図 3-27)。

昭和 43 (1968) 年、ヤンマー農機 (株) は、水田用軽量高出力トラクタ YM273 形を市販、16.8kW の水冷 2 気筒ディーゼルエンジンを搭載、アルミ鋳物も使用して軽量化を図り、前輪荷重の軽減・ブレーキ強化・ボールスクリュー式ステアリングによる操舵力の軽減などによって旋回性を向上させた (図 3-28)。

昭和 43 (1968) 年、久保田鉄工 (株)、東洋社はハイラグダイヤをトラクタに採用した。「ハイラグダイヤの完成は日本の乗用トラクタ 200 万台普及の一要因となった」ともいわれる。同年、ヤンマー農機 (株)



図 3-27 三菱製 R220 形トラクタ

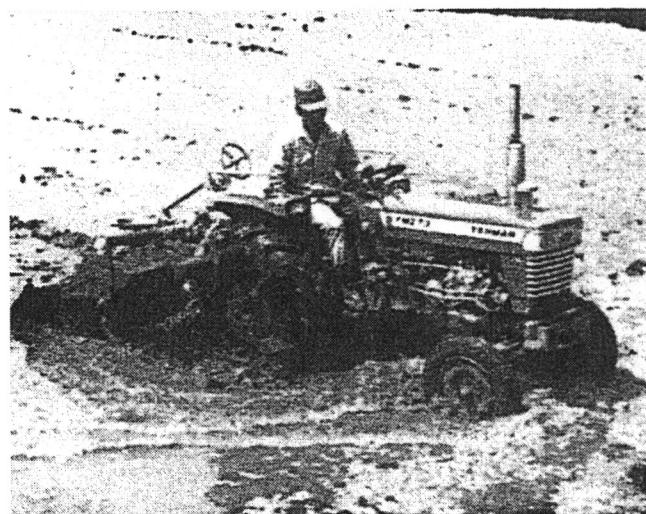


図 3-28 ヤンマー製 YM273 形トラクタ

### 3. 動力源・トラクタ

はYM160形(7.3kW)とそれをグレードアップしたYM173形を開発した(図3-29)。昭和44(1969)年、久保田鉄工(株)はプラウのドラフトコントロールを採用した。作業機反力をトップリンクを介してバネの変位をしてとらえ、この変位がドラフトレバーの示すバネ変位の目標値と一致するように油圧バルブを作動し作業機を昇降させる。リンクの工夫により、1個のバルブでドラフト・ポジションコントロールを実現した。けん引負荷を一定に制御できるため、スリップも少なく耕深も安定した作業ができる。昭和57(1982)年にはロワーリンク感知の電子ドラフトコントロールを開発し、摩擦が影響するリンク部を除くことにより敏感な制御を達成した。昭和62(1987)年にはマイコンドラフトコントロールへと発展した。昭和44(1969)年、佐藤造機(株)は広範囲の作業をこなす高性能トラクタS-550(14.6kW)を発売し、国産で初めての油圧式ハイドロコントロール(作業機のポジションコントロール)を実現した(図3-30)。

昭和45(1970)年、ヤンマー農機(株)はYM2200形(16.1kW)・YM2700形(19.7kW)にポジションコントロールを採用し、水田の耕深調節を容易にした。同年、ハイパワーシフト(ノークラッチ)機構をトラクタに採用した。

この時期、農機メーカーにとってトラクタの品揃えは経営戦略の大きな課題であり、とりわけ中形トラクタを完備することが市場制覇の鍵となると見られていた。井関農機(株)は昭和45(1970)年、中形トラクタシリーズの第1号機としてTS2400形(17.5kW、いすゞ水冷4サイクルディーゼルエンジン搭載、前進9段・後進3段)を商品化し、以後昭和52(1977)年までに各種改良を加えてモデルチェンジを図り、11.7kWから25.6kWまで8機種構成のTS形シリーズを完成了。いずれも随所に油圧制御ポジションコントロール、新開発のダブルクラッチ、新三点リンクヒッチ方式などを取り入れた製品であった。また、20.4kW以

上にはパワーステアリングを標準装備し、前輪駆動部には防水・防塵・耐久性などの向上のためにギヤー方式を採用した。

昭和46(1971)年に久保田鉄工(株)が開発した超小型四輪駆動トラクタ・ブルトラB6000と11.0kWの小形本格トラクタL1500は人気を博した。前輪ヨーク軸はローリングするため、ユニバーサルジョイントによる動力伝達を行い、前輪ディファレンシャルギヤを装備した。L1500形は多気筒化されたディーゼルエンジンを搭載した。エンジンの高出力化を制限する最大の因子は最高回転速度であるが、ピストン・コンロッドの質量が大きく慣性力増大で高速に耐えられなかつたし、不釣合いによる振動・騒音も増加する。1シリンドラの排気量を小さくして往復運動質量を押さえ高速化するが、総排気量を確保するために多気筒化が必要であった。昭和46(1971)年、同時多元設計手法により82mmストロークエンジンを開発した。従来は1気筒0.5Lが最小であったが、燃焼改善により0.375Lとし、1.5L・3気筒を4気筒にし、2800rpmの高速で高出力・低騒音・低燃費を達成した。(昭和50(1975)年には1気筒0.25L、昭和58(1983)年には0.2Lで3600rpmのクボタ独自のTVCS燃焼方式を開発した。)

昭和48(1973)年、久保田鉄工(株)はL2200形トラクタに超低速(クリープ)装置を標準装備した。前進16段・後進4段で、クリープの低速域は0.18~1.95km/h、高速域は12.4~14.5km/hであった。

昭和48(1973)、佐藤造機(株)は、トラクタの回行時油圧による作業機リフトに連動してエンジン回転を下げる安全装置“オートガバナー”をST1500/2500形(11.0/18.9kW)に装備した(図3-31)。また、三菱重工はD1500~2600形(11.0~19.0kW)に尾輪位置を前後上下に調節できる鉄砲式三次元尾輪装置を採



図3-29 ヤンマー製 YM173形トラクタ

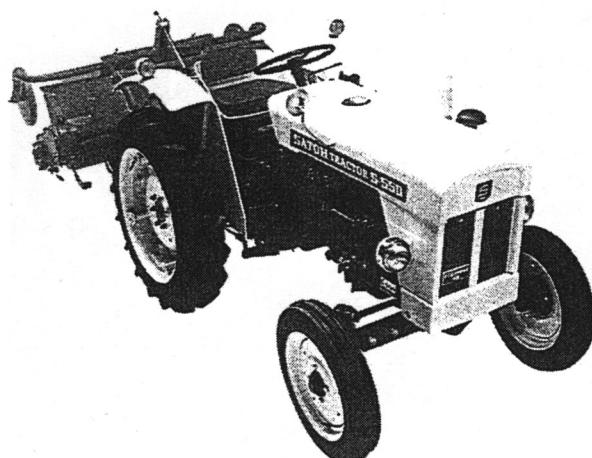


図3-30 佐藤造機製 S-550形トラクタ

用、畝立て・畝くずし・培土・直播・マルチなどの畦間作業がきめ細かくできるようにした。また、D2600形は19.0kWでは初めて4気筒エンジンを搭載して騒音を低減、前進15段・後進3段の多段変速とし0.19km/hの超低速度を実現した。

昭和49（1974）年、この時期をトラクタ四輪駆動時代の到来と捉えたヤンマー農機（株）は、初の四輪駆動トラクタ YM1500形（11.0kW）を、続いてYM1300形（9.5kW）を開発し、中・小形のシリーズを整えた。前輪駆動方式は、旋回性能の確保と水田での小回りから前輪の切れ角を大きくする必要があり、泥土の侵入防止からもシール性のよいベベルギヤ方式を採用した。

### 3.6.3 本格的なトラクタ（昭和50～59（1975～1984）年）

この時代になると、乗用形農業機械の技術は普及・安定化し、その質の向上が図られた。高性能化に加えて、易操作性、快適な居住性などのニーズがクローズアップされ、品質管理も進むと同時に、昭和51（1976）年には農林省が「農業機械安全鑑定基準」を発表し、各社の農業機械の安全対策も進んだ。空前のブームを謳歌していた農業機械産業も、昭和53（1978）年政府「水田利用再対策」（第二次減反）を打ち出し、10年計画で67万余haもの水田を稻作から麦・大豆・飼料作物などへ転換するよう促すべく策定したため、農家の不安・動搖を招き、トラクタ・コンバイン・田植機などの大形高性能製品の普及も一巡して以後は更新需要に期待する以外に無いといった状況になり、農業機械需要は落ち込み、このあと長く厳しい低成長時代に入っていくことになった。

トラクタにおいても、高性能化・耐久性向上のみでなく、メカトロニクスを応用し、操作力を減らして操

作をやりやすくする各種制御を含んだ易操作性の向上、居住性の改善、快適化、安全対策などが開発目標となり、小形から大形までを国産でカバーする方向に動いていった。

久保田鉄工（株）は昭和50（1975）年、トラクタL01シリーズ（L1801～L2601）に湿式ディスクブレーキを採用した。乾式に比べ踏力が小さく、半永久的な耐久性があり、現在もこのタイプが使われている。ロータリ耕の耕深の均一化はロータリで行い、軟弱地では部分的に運転者の技術に頼っていたが、久保田鉄工（株）は昭和51（1976）年、耕深増加による機関回転速度の低下現象を捉え、ポジションコントロールに附加した耕深制御を行った。これが、トラクタ作業自動化への最初の電子制御技術の導入であった。

昭和51（1976）年、三菱重工と佐藤造機（株）は二輪駆動・四輪駆動トラクタシリーズ化（Dシリーズ11.0～18.3kW、STシリーズ9.5～14.6kW）を行い、四輪駆動によってけん引力の40%アップを実現し、水田走行性と畔越性能の向上を実現することに成功した（図3-32）。

ヤンマー農機（株）は昭和51（1976）年 YM2210形16.1kW小形トラクタにパワーシフトを採用した（図3-33）。油圧でギヤシフトを行うものである。水田作業では変速操作回数が多く、機械式の変速方式のため湿田で停止させると発進時後輪のスリップで耕盤をいためる。パワーシフト方式では前進3段・後進1段の主変速部に油圧クラッチ4組を使用し、油圧バルブでクラッチの切り替えをする。発進時のショックを軽減するためにリリーフ弁の油圧の立ち上がり特性を制御する特殊バルブを開発した。トランスマッシャンケースの間にセンタープレートを設け、そこに油圧弁・回路を集中配管して油圧部分のシール性の確保と部品



図3-31 佐藤造機製 ST-1500 トラクタ



図3-32 三菱製 D1800形四輪駆動トラクタ

### 3. 動力源・トラクタ

の信頼性を向上させた。また、同年、低振動・低騒音に向けて3気筒エンジン搭載のトラクタ YM2500、YM3000 を出した（図3-34）。

農業人口の減少と労働力の高齢化・女性化が進むなかで、昭和40年代の後半から11.0kW以下の小形トラクタを求める市場の要望が高まり、各社が本格的な四輪駆動の小形トラクタシリーズを開発してきたが、井関農機（株）も昭和51（1976）年、TX1300形（9.5kW）など7.3～11.0kWのTXシリーズを完成した（図3-35）。軽量・コンパクトになり、四輪駆動で車軸懸架はポールジョイント方式、アクセルの首部は縦長の楕円形状とし、切れ角を大きくして旋回・軸強度を確保した。後輪をポータル方式として地上高を確保し、畔越え・湿田走行性能を向上させた。また、安全スイッチ（スタータースイッチ）、エンジン安全カバー、回転部カバーを採用し、安全面にも配慮した。

昭和52（1977）年、久保田鉄工（株）は油圧駆動トラクタ L1511を開発した。ギヤトランスミッションの主変速部に斜板式HSTを配置し、ゼロから無段変速が可能になり、有段のパワーシフトではできない作業・負荷に応じた速度調整が可能になり、伝達効率の低下をしのぐメリットがあった。



図3-33 ヤンマー製 YM2210形トラクタ

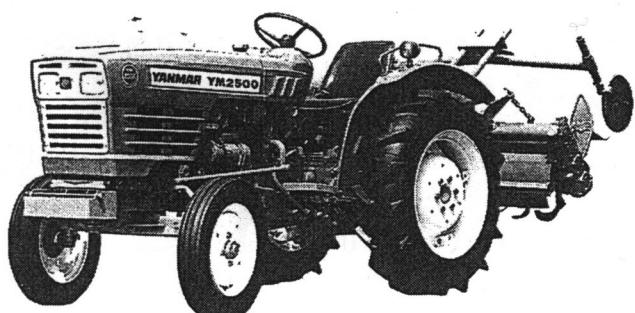


図3-34 ヤンマー製 YM2500形トラクタ

昭和52（1977）年、三菱重工はD4000形、佐藤造機（株）はST4000形トラクタに、1段目を踏み込むとPTO回転を止めずに走行用クラッチだけが切れ、2段目まで踏み込むとPTOクラッチが切れるデュアルクラッチ機構、クラッチペダルを軽く踏むと車速が30%下がりエンジン負荷の増減に迅速に対応するサボクラッチ（デュアルクラッチへの切換もワンタッチで可能）、ドラフト・ポジションコントロール装置等を装備し、パワフルで能率的なトラクタを提供了。

昭和59（1984）年、久保田鉄工（株）はインタークーラー付きトラクタ L1スーパーを開発した。これは昭和54（1979）年に開発した1.5Lターボディーゼルをベースにしたインタークーラー付き1.5Lターボディーゼルで、ターボチャージャーとエンジンのマッチングでトラクタの基本的ニーズである高出力・高トルク・出力応答特性を確保し、燃焼系も改善された。さらに、3気筒機関では燃焼室形状・燃料噴射ポンプ・ノズル・燃料カム・高圧管の選定で最適マッチングを実現した。同年、M70シリーズトラクタにDT前輪アジャスタブルトレッドを採用した。これは前輪ヨーク軸ケースを摺動させ、5段階にトレッドを変える構造である。

ヤンマー農機（株）は昭和59（1984）年、国産初のエンジンマウント形トラクタ（TUOシリーズ）を開発した。本体にフレームタイプを採用、エンジンを4箇所でゴムマウントし、低振動・低騒音の実現を図った。

#### 3.6.4 メカトロ化の進行とトラクタの多様化（昭和60～平成18（1985～2006）年）

いわゆる「バブル経済」の中にあったこの期間の当初、稲作用機械の一層の技術進展とともに農業機械の普及は引き続いて伸びを示した。しかし、昭和63（1988）年になると、生産者米価が2年続いて引き下げられ、さらには農産品8品目の輸入自由化などが重なって、市場環境はますます厳しくなり、農業の二極化（規模拡大専業と第二種兼業）が一段と顕著になっ



図3-35 井関製 TX1300形トラクタ

ていった。これに対応して農業機械製造会社は小規模農家向けの機械開発に力を入れるようになった。

平成 11（1999）年には「食料・農業・農村基本法」が制定され、食料供給の安全保証と農業・農村の多面的機能をも重視して、中山間地農業の維持と農地の有効利用の促進によって食料自給率の維持から近い将来における向上を目指す基本方針が定められた。また、米の輸入については、ミニマムアクセスから関税化の受け入れへの方針転換を行って 21 世紀を迎えるとしており、まさに世界経済の中で自立可能な農業の確立の早急な実現が求められるようになった。このような情勢下では、農業機械の技術開発の方向は大形化、高性能化だけでなく、作業の複合化や省略、さらには小形・シンプル・低価格化のように多様化を模索していくこととなった。

昭和 60（1985）年、久保田鉄工（株）は作業者の居住性・操作性を改善するために、M70 シリーズトラクタにインテグラルキャブを装備した。フラットデッキで広い座席空間を確保したり、完全独立構造で密閉性を増し、4 点ラバーマウント方式で低騒音・低振動を実現など、トラクタで初めて頭寒足熱を可能にしたエアミックスコントロールの本格的エアコンシステムを供えて快適性の向上を図った。さらに主変速レバーを座席の右側に各種の装置を配置して操作性を改善した。この M70 インテキャブは市場で大いに評価され、その後インテキャブ時代をもたらす一因となった。

三菱農機（株）は昭和 60（1985）年、パルシード F1 トラクタ（MT14～20、10.2～14.6kW）に MAC（マイクロコンピュータ・オートコントロールシステム、すなわち作業機水平制御＝「マイコンジャスト」、ロータリ耕うん耕深制御＝「マイコンパック」）を装備し、作業精度の向上と操作の容易化を実現した。安全機能付きである。また同年、MT17D～20D トラクタにオートグローシステム（AGS）直噴エンジンを搭載し、始動性の向上と燃費の低減を図った。

昭和 60（1985）年、井関農機（株）は、人にやさしい小形トラクタというキャッチフレーズで、快適性や操作性の改善を図る種々の装備を採用した。技術開発の背景は、「TS、TL シリーズと販売を行って来たが、昭和 50 年代後半にかけては人間（マン）－機械（マシン）系で人間尊重に加えて、快適性の尊重『人にやさしい』がより強く求められる時代となった。これに応するため、機械の大小に関係なく『人にやさしい』をコンセプトに、T-10 シリーズ・TL シリーズの長所を総て取り入れ、更に改良を加え、人にやさしいトラクタ TA シリーズを開発した」と記述されている。それらは、低振動・低騒音の国産初のステップアッ

プキャブ（ギアはすべてヘリカルギア）、4 箇所防振ゴムによるラバーマンウトロップス、疲労軽減目的のフラットフロア・ハンギングペダル・チルトハンドル・スライドシート・リニアシフト・PTO 自動停止装置（土の飛散防止、ロータリ回転音の低減、ロータリ接地時には自動的に回転開始）、旋回時に二輪駆動となるオート・オン・ザ・ゴー、ディスクブレーキ、インデpendent PTO、操作レバーの手元化、ドラフト・ポジション・ロータリ水平・耕深制御などの油圧電子制御、ロープスキャブの標準化、サイドセレクト、トレッドアジャスト、フロントデフロック、逆転 PTO（TA5 シリーズ）などである。

本田技研工業（株）は昭和 60（1985）年、初のガソリントラクタ RT1100 を発売した。8.0kW の空冷単気筒ガソリンエンジンを搭載、四輪駆動で、メカニカルな四輪操舵機構を有していた。耕うんから管理作業までこなし、小規模農家向けであった。

昭和 61 年（1986）年、久保田鉄工（株）は四輪駆動トラクタの倍速ターン機構を完成させた。トラクタの旋回時に前輪を後輪の約 2 倍の速度で回転させて旋回半径を小さくするとともに圃場面を荒らさない効果があった。DT（Double Traction）取り出し部に倍速ギアを配置し、前輪のピットマンに配置したカムにより、切り角 30° 以上で倍速ギアに動力が伝達される。機械式と油圧式があった。

昭和 61（1986）年、ヤンマー農機（株）は水田用軽量高出力大形トラクタ F37（27.0kW）～F46（33.6kW）を開発した。また、F17～FX42 形トラクタにクイックヒッチを装備し、駆動作業機のワンタッチ着脱を可能にし、業界規格化の基をなした。更に同年、F1～FX42 に深浅回動ロータリを採用した。これは、様々な深さの耕うんを良好に行うためには、ロータリの姿勢を変えることが必要であるとの視点から、爪軸保持の軸受部でロータリカバーを保持し、ロータリを前後に回動するもので、動力の省力化、耕うん精度の改善、耕深の保持が達成された。

平成 2（1990）年、（株）クボタは GL シリーズトラクタに U シフト・U シャトル、スーパー倍速ターン、流量比例制御弁、ニュースーパージョイント、インテキャブ、マッドレスロータリを装備した。マッドレスロータリは、ロータリカバーの裏面にある間隔を保つて振動自在のゴム板を設け、その振動で土を振り落とすものであった。

三菱農機（株）は平成 2（1990）年、α 1 トラクタ（MT165～MTX245、12.0～17.5kW）に騒音・振動防止のためのエンジンの新ラバーマウント方式、スライドリヤーカバー（フラップ）による耕うん均平度向上をねらったフラップロータリ、耐久性増大によるメ

### 3. 動力源・トラクタ

ンテナンスフリー化のための湿式多板式メインクラッチを装備した（図3-36）。

ヤンマー農機（株）は平成2（1990）年、13.1～16.0kWの小形トラクタに2柱式安全フレームを採用した（図3-37）。

井関農機（株）は平成2（1990）年、T05シリーズの大形トラクタを改良し、前後同速リバーサー、オン・ザ・ゴーとスーパーフルターン、電子式ロアーリングセンシング（トップリンクセンシングでは移動中強度に問題があるため、ロワーリングピンにセンサを組み込んだ）、けん引中作業と管理作業への分化対応の機種構成、ミッション潤滑と油圧系統を分けたオイルタンク、キャブの視界性を向上する熱線吸収ガラス、油圧式フロントデフロックなどを装備した。

平成8（1996）年、（株）クボタはGBシリーズ（11.7～14.6kW）にノークラッチ1本レバーで前後進無段階にスムーズに変速操作が可能な「グライドソフト」、前輪大切り角（約70°）・パワーステアリング・倍速ターンの相乗効果でノーブレーキでスムーズな隣接耕を実現した「NB（ノーブレーキ）倍速」、エンジ

ン耕深制御とカバー耕深制御の高精度作業が簡単に行える「おまかせMCオート」、水平モンロー制御に加え、傾斜地でのモンロー制御を初めて実現した「どこでもモンロー」、土の付着が少なく圃場を荒らさない新形状の「ニューラグダイヤ」、爪軸・爪軸シール部への草の巻き付を防止した「つきま線」と「草切爪」などの新技術を装備した。

ヤンマー農機（株）からこの時期のトラクタ開発について次のようなコメントを得た。「平成8年には本格トラクタとしてAFシリーズ・廉価版のUSシリーズ・水田に特化したRSシリーズ・小形のKeシリーズ・また湿田に強く圃場に優しい低接地圧のクローラトラクタCTシリーズなどで商品を構成した。クロートラクタは丸ハンドルとし、車輪トラクタと同様な運転性を実現した（図3-38）。また平成8（1996）年より販売したヤンマーエコトラシリーズは、電子制御エンジンを搭載した高能率形トラクタに省力爪を用いた高速耕うんロータリとして、田植機・コンバイン等の農業機械の高速化に対し、遅れていた作業の能率改善のために、土の反転性や土壤の粗さなどの耕うん性能を維持し、低トルクで作業のできる省力形耕うん爪と高速作業に対応した爪配列の耕うんロータリを開発し、負荷条件のバラツキにも安定した回転速度を維持できる電子制御ディーゼルエンジンとで高能率かつ省エネルギー型のエコトラを商品化した。平成10（1998）年度には農業機械として初めて優秀省エネルギー機器として日本機械工業連合会会長賞を受賞した。」

平成8（1996）年、三菱農機（株）はRシリーズトラクタ（MTR250～300、18.3～21.9kW）にHSTを搭載、停止位置からノークラッチで無段階に作業速度が選べ、作業に応じた最適速度コントロールを可能にした。また、GOシリーズトラクタ（MT226～336、16.4～24.1kW）には斬新なスタイルのニューキャビンを備え、フロントに曲面ガラスを採用して視界性を

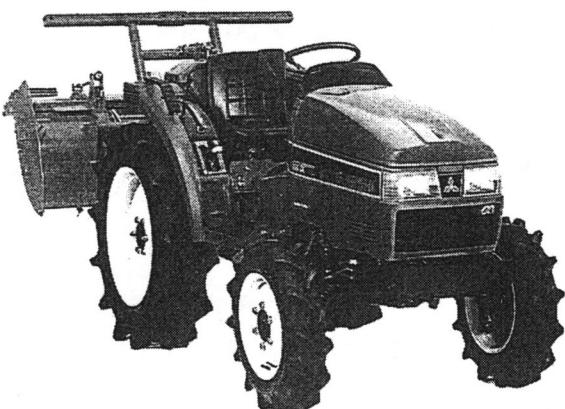


図3-36 三菱製 MTX245形トラクタ



図3-37 ヤンマー製 F220形トラクタ（2柱式安全フレーム装着）



図3-38 ヤンマー製 CT95形クローラトラクタ

向上し、さらに右フェンダのリモコンスイッチにより3点リンクの昇降・リフトシリンダの伸縮が操作できる便利な機能を実現した。

平成9(1997)年、井関農機(株)はハイブリッドテクノトラクタTRシリーズを販売した(図3-39)。技術開発の背景として、「平成7(1995)～8(1996)年にかけ、社会構造・経済動向の変化を反映し、農業機械化にも大きな変化が現れてきた。社会の構造変化現象は農業後継者の減少、就労者の高齢化等をもたらし、そのため重労働を回避し、快適な作業でかつ高能率化を指向する傾向が一層強くなった。経済動向としては、米の生産性向上を目指す専業・大規模化への指向と、ハウス栽培等高付加価値作物及びホビー農業等への一層の二極化が始まった。一方、顧客の指向は、市場の低迷化に加え、買手市場となつたため、競争は一層激化し低価格商品時代となり、高仕様・低価格商品が売れ筋となる時代となってきた。このようなニーズに応え、Tシリーズ・TAシリーズで、十分な評価を得たヒューマン・コンフォート・安全性に更なる改良を加え、作業領域の拡大・作業性や作業精度向上の実現を図った。一方経済面では、円高の時代を迎え、海外拠点に廉価トラクタの生産が志向されるようになり、日本の設計技術を折り込み、日本の市場で大規模水田農家や畑作管理作業に応える適応性の高い軽量・高馬力・低価格トラクタのニーズが強く、イタリア・ランディーニ社との共同開発によって装備が充実した低価格商品の開発を進めた。」との記述がある。多くのハイテク装備を持つとともに、ホイールベースを短くして回転半径を小さくしたり、ハイクリアランスを確保して湿田作業・畑作管理作業の能率の向上を図っている。

平成11(1999)年、三菱農機(株)はGOシリーズトラクタ(MT231～331、16.8～24.1kW)に、作業機の耕深・傾斜をマイコンで制御するMACにエン

ジン回転変動を検知して耕深を制御するSモードを追加したMAC・S(マックス)を追加し、オペレータに絵文字表示で作業状態を知らせるMAC・VISION(マックビジョン)を装備した。また、GXシリーズトラクタ(MT338～468、24.1～33.6kW)の高速化を達成した(最大前進速度約29km/h)。

## 引用文献

1. 前田耕一：—行政施策の展開にみる— 農業機械化発展史、農業機械化発展史刊行会、東京、Pp. 500.
2. 稲田 昭、唐橋 需、梅田幹雄、山下律也：関西支部から見た農業機械技術の発達 —水田稲作機械を中心として—、農業機械学会関西支部創立50周年記念事業実行委員会、京都、Pp. 292.



図3-39 井関製TR63形ハイブリッドテクノトラクタ

## 4. 耕うん整地

### 4.1 概要

耕うん作業 (Tillage) は作物栽培作業の中で最も重要な基礎作業であるといわれてきた。とくに、我が国の農業は古くより労働集約的で、しかも零細な経営規模の耕地を二毛作化、多毛作化によって最大限に利用し、生産を高めてきた。

#### 4.1.1 鍋、犁時代の集約的な耕うん整地作業

日本の耕うん整地作業の動力機械化は新しく、昭和30（1955）年頃に導入された動力耕うん機に始まる。それ以前は鍋または犁、それに碎土器を用いた人力・畜力による労働の厳しい作業だった。

農家は耕うん作業をとくに丁寧に行なうことが、種子の発芽や苗の活着をよくし、その後の作物の発芽・生育を確実にして多収を確保できるものと信じて作業した。そのための作業法は、次のようであった。

- (1) できるだけ深く耕して、根の伸長を良くする。つまり、深土と浅土を混和する。  
我が国の犁耕の通常の耕深は12-15cmであり、深耕の目標は18cmであった。
- (2) 耕起作業で耕起した土塊を細かに碎土し、時には鎮圧して種子、苗の発芽、生育を良くする。水田では代かき作業を丁寧に繰返し行い、土が軟らかくて苗が植え易く、また水漏れが小さくなるように工夫した。
- (3) 地表の雑草や前作物の刈り株、堆肥などを土中に深く埋め込む。このことで、播種や植付作業をやりやすくし、雑草を抑え、また有機物の分解を促進した。
- (4) 土壤の水分調節のため平畦、高畦の選択をし、そのための耕し方を工夫した。
- (5) 土中の病害虫を殺傷する。

#### 4.1.2 慣行の耕うん作業体系

次のような一連の耕うん作業体系が、長い間慣行として行われていた。

##### ○人力体系

畠の場合	耕起・碎土 (鍋、馬鍋)	作条 (鍋)	播種 (人力、播種器)	鎮圧 (人力)
水田裏作の場合	耕起 (犁)	灌水 (馬鍋、刃車形碎土器)	代かき・均平(荒代・中代・植代) (人力)	一田植 (人力)

##### ○畜力体系

水田の場合	耕起 (犁)	灌水 (馬鍋、刃車形碎土器)	代かき・均平(荒代・中代・植代) (人力)	一田植 (人力)
-------	-----------	-------------------	--------------------------	-------------

水田裏作の場合 耕起 ————— 碎土・均平 ————— 播種  
(犁、畦立、平畦) (鬼馬鍋、翼状碎土器) (人力、播種器)

乾田では、裏作物の収穫後、直ちに犁による耕起が行われ、その後灌水して代かき作業を数日おきに延べ3回行なうことを慣行とした。これは主に、漏水防止のため土壤を可能な限り細かな粒子にすることが目的で行われたが、これに使用した在来の碎土器、馬鍋の性能の低さもこのような作業法を採用した一因でもあった。その後、一段と効率の良い刃車形碎土器が考案されたが、自動耕うん機の利用が一般化して、代かき作業を1回のみ行なう方式に変わるまでは、この慣行体系が大きく変わることはなかった。

粘土質土壤の多い水田での裏作物の播種前耕うん作業は、犁による畦立耕、翼状碎土器、鬼馬鍋や人力の振馬鍋による碎土作業を伴い、適期播種を目指して短期間に人畜労働を集中して必要とする作業だった。この作業も、動力耕うん機の出現まで継続して行われた。

#### 4.1.3 乾田馬耕の奨励と機械化への萌芽

日本農業を代表する稻作では、とくに集約的な耕うん整地作業が慣行農法として広く行われた。多くの沼地や低湿地が水田に利用されてきた。古代から中世までは、湿田が多く、鍋を用いての耕うんは多くの労力と苦痛を伴う作業であった。その後16世紀後半頃から江戸時代（1550-1867年）を通じて少しづつ乾田化が進み、江戸時代半ば頃から明治、大正時代（1890-1925年）にかけて、とくに乾田化が進められた。これに伴い、明治政府は耕地の深耕と作業の効率性を求めて、官民一体の乾田馬耕を奨励し、全国的に水田の畜力耕が著しく進展した。

大正年代（1912-1926年）に入って石油発動機の導入以来、動力耕うん機、小型トラクタへの関心が干拓地など先進農業地帯で徐々に高まり、機械化への萌芽となったが、まもなく戦時体制下に入って、そのまま進展することなく時が過ぎていった。

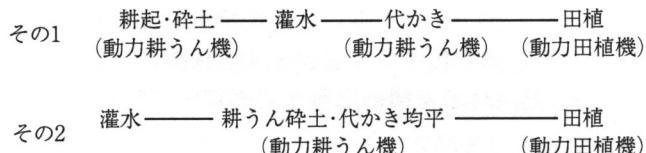
#### 4.1.4 昭和35（1960）年代以降の機械化耕うん整地作業

昭和30（1955）年頃からの我が国経済の急速な工業化に伴って、農業分野に画期的な変化が現れた。それまで脱穀調整、精米、藁加工、揚水のような定置作業の機械化だけに終わっていた農作業の機械化に、戦時中断されていた動力耕うん機の改良が進み、これに輸入トラクタが爆発的な売れ行きを見せて、昭

和35（1960）年以降全国的に普及した。これ以後、農村労働人口の減少に対応した機械化が進展し、刈取収穫作業そして田植作業へと移動作業の機械化を押し進め、とくに稻作作業はほぼ全作業にわたる機械化が達成した。その間、耕うん、田植え、収穫いずれの機械も小形・歩行形から次第に大形・乗用形、自動化へと進化して、今日に至っている。

動力耕うん機（ロータリ形）の普及当初は、使えば故障が続出する状態であったが、改良が進み、防水装置の不備の欠点を改善して代かき作業にも使えるようになった。ロータリ耕うん装置は、従来の耕起、碎土、代かきが個別の作業行程で行われていたが、それを同時行程でも可能にするものであり、さらに裏作や畑作の成畦作業を一工程で処理できる機構を有するなどから、耕うん作業体系の複合・簡略化、それによる効率化に大きく貢献した。

#### 機械化体系（稻作）



この新たな耕うん機械化体系は、動力耕うん機の導入に合せて、除草剤の開発普及がその実用性評価を確かなものとした。動力耕うん機は犁耕に比して浅耕で、しかも土壤は反転よりもかく拌されるので、雑草、緑肥などの地上有機物の土中埋没は不十分となりやすい。そのため田植え後、雑草が早く発生し、また多量に発生するおそれがあった。それを克服した技術が、田植え直前後の除草剤散布である。さらに加えて、浅耕条件での分割施肥技術と適品種開発が進められ、機械化耕うん体系での多収技術が確立されたことも、この技術の定着に効果的に貢献したものと考えられる。

## 4.2 鍬（くわ）

### 4.2.1 鍬の歴史

鍬は各地の弥生遺跡から出土し、中国から稻作と共に伝來したと見られている。

それ以来、古墳時代を通じて鍬の形態が整い、奈良、平安時代（7世紀末以降）には鍬を始めとしてほとんどの農具が木製から鉄製に変わり、中世、近世となって地域的な分化発達がみられた。鍬は農作業に欠くことのできない労働手段であり、古代に使用されて以来今日まで、代表的農具として農業生産の維持・増進に大きな役割を演じてきた。

労働集約的な我が国農業がかつて「鍬鎌農業」といれたように、人力の鍬で耕起、碎土、地均し、成畦、

土寄せ、中耕、除草、掘取り、溝浚えなど多種の作業に集約的に使われ、人力鎌で草刈り、収穫作業を行えば、作物栽培に必要なほとんどの農作業を済ませることができた。農民が一年中で最も頻繁に使う道具としての鍬は、「第一の農具」であり、鎌を加えて「二大農具」といわれ、1000年以上にわたり我が国の農作業の中心的役割を担ってきた。

犁が7世紀頃導入され一部の富農層の農家で利用されたが、山野草など有機物の施用量が増加すると深耕が以前より重要になり、犁耕よりも深耕できる鍬が専ら使われ続けた。

耕地は水田あり畠あり、平坦畠あり傾斜畠もある。土性も粘土質あり、壤土あり、砂土あり、壌土もある。そして土壤水分の多少で、その物理的性質は変化する。平畦栽培に対し畦立栽培もある。このように異なる地形、土壤条件、そして使用条件に応じて、とくに江戸時代の農自立政策のもとで、世界で類を見ないほどに他種類の鍬が各地で工夫・製造された。

鍬での耕起や開墾は男性の体力を必要とし、疲労も激しいので、農家は用途と土の性質、それに自分の体形や体力に合うような鍬を農鍛冶に注文して作ってもらい、使い具合が悪いと改良してもらった。鍬を作り、修理し、改良してきた農鍛冶は日本の農業発展の上で果たした役割は極めて大きかったということができる。

それらが江戸時代の農書に細かな仕様にいたるまで記載されており、広く優良農具の伝播・普及に資することになったのである。

日本の農書：17世紀後半以降に成立した農業技術書。江戸時代の農書は学者によって著された一般農書と、地域農書とに大別される。学者による農書は農業技術の改良や農業知識の普及を意図し、広く民間に流布して、その後の農政や農業技術の改善に深い影響を与えた。一方、地域農書は、学者の農書からの影響を受けながらも、著者自身の農事体験をもとに、その地域の土着的、実践的な農業技術を記録したもので、著者が子孫に残した家伝書という性格を持っていた。

### 4.2.2 鍬の構造と種類

古代の鍬は総体が木製であり、5世紀以降になって刃部だけを鋭利な鉄製にして用いるようになった。12世紀頃、刀鍛冶の技術水準の向上に伴って形も整い優秀な鍬がつくられるようになった。その後の幕藩体制のもと、地方色の豊かな、その数全国で数百種にもおよぶ鍬が生産された。

これらの鍬は、作業の種類と使用法に応じて、柄と刃床部とのなす最適の柄角と重心位置が異なっていた。主に耕起用に使う鍬（打ち鍬、柄角85度前後）、土寄せや均平作業に適する鍬（引き鍬、柄角35度前後）、両者の中間的な鍬（打ち引き鍬、柄角50度）の

#### 4. 耕うん整地

3種に分類される。

刃をはめ込む厚い木台（刃床部）を風呂と呼び、そこに柄を堅固に取り付けた鋤は最も代表的な鋤であった。江戸中期にいたって、木製の風呂を鍛鉄に変え、刃先に鋼を鍛接した金鋤が作られ、開墾や重粘地の耕起に使われた。金鋤の刃を3-4本、時に5本のフォーク状に加工したものを備中鋤と呼び、湛水の水田耕起に最適な鋤として用いた。鋤の構造及び使用法から各種鋤の特色を述べれば、以下のようなである。

##### ○構造上から：

- a. 風呂鋤 打ち引き鋤及び引き鋤が多い
- b. 金鋤 打ち鋤が多い  
開墾、根切り重粘地に用いる
- c. 備中鋤 打ち鋤が多い  
水田耕起に用いる

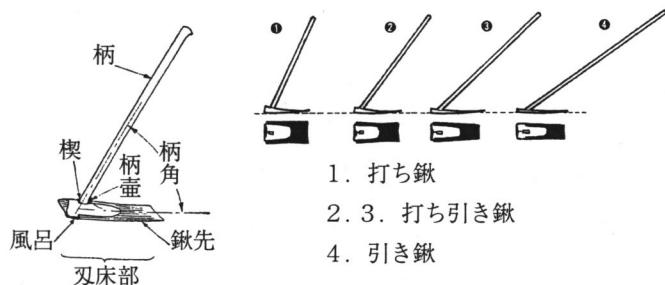
##### ○使用法から：

- |          | (柄角)   | (使用時の姿勢) | (用途)                    |
|----------|--------|----------|-------------------------|
| a. 打ち鋤   | 60-85度 | 立姿前進耕    | 一般耕うん、<br>土工、開墾         |
| b. 引き鋤   | 35-40  | 立姿後退耕    | 中耕除草、<br>土寄せ、作条         |
| c. 打ち引き鋤 | 50     | 中腰後退耕    | 土寄せ、<br>中耕除草、<br>作条、耕うん |

#### 4.3 鋤 (すき)

鋤は、鋤よりも古い時代から我が国で使われていたといわれる耕起用具であった。風呂鋤と金鋤とがあり、鋤とともに農家には極めて大切な農具であった。構造は鋤と同じく刃床部と柄となるが、柄角が150-180度あって、柄の先端に取手を有し、手足で刃先を土中に押し込んで後下がりしながら田畠を耕起する。鋤よりも操作が難しく、作業能率は劣るが、より深耕が可能である。

柄角が180度またはそれに近い角度の普通鋤と150度前後の踏鋤の二種に大別される。普通鋤は全長が60-100cmのスコップ形小形鋤で、主に水田の排水路



明治農法の中で、乾田化並びに施肥量の増加と並行して深耕が重要視され、多収性を目指して深耕可能な犁耕が全国規模で奨励された。これを契機に我が国の畜力用犁の改良は「一頭曳きのけん引力内で深耕可能な犁」の改良に向かって、1950年代末まで官民ともに開発努力を重ねることになった。

これらの短床犁の発明については、ほとんど正当に評価されることがなかった。プラウの小形化に固執した官学出身の農学者達は、このような民間人の発明になる短床犁に対しては、批判的ですらあった。この短床犁については「土壤の性質に応じて簡単な操作で耕幅、耕深を調節したり、往行と復行との反転方向を一つの犁先で簡単になしうることなどは、プラウには到底行えないことであり、非常に複雑で精巧な犁である。まさに日本の人民が生み出した世界的な発明品といわなければならぬ」（飯沼二郎：日本農業技術論、未来社、1971）との評がある。

犁は我が国に1300年余り前に伝来した古い農具であるが、貧しい農民層に使われるようになったのは、今からわずか100年余り前である。そして畜力耕が最も広面積で行われたのは1950年代の初めで、全国水田面積のおおよそ80%を占めた。10年後の1960年代から耕うん作業の機械化が全国的に進展し、牛馬に代わり歩行形トラクタが犁をけん引する一時期を経て、牛馬頭数は激減し、ロータリを装着した動力耕うん機一色とも言える時代となった。

明治期から昭和の20年代まで長年にわたって犁の改良に汗水流した地方の野鍛冶、民間発明家、農具製造業者の努力を思うとき、隔世の感を感じ得ない。

#### 4.4.2 在来犁の類型とその改良

##### (1) 無床犁「抱持立犁」の普及

明治以前（-1868年）に我が国で使われていた在来犁には、犁床のない無床犁と、犁床のある有床犁との2類型があった。無床犁は本来土を掘り起こす犁先だけからなり、耕起した土塊を反転する犁へらがない。直線の少ない小さな区画の水田でも屈曲して使用でき、また操者の手加減で深耕することができるという利点があった。当時の日本犁の耕深は4-5寸（12-15cm）程度で、深耕犁の耕深目標は6寸（18cm）であった。

当時、北九州地方で古くから使われていた無床犁に「かかえもったてすき（抱持立犁）」と呼ぶ深耕犁があった。無床犁であるがゆえに作業中の安定が悪く、犁を抱えて進んだのでこの名がある。本犁は当時使われていた長床犁に比較して格段に深耕できるので、明治政府は1976年頃よりその指導・普及を積極的に行った。全国各地から指導の要請があり、北九州の福岡、熊本両県から農業教師が派遣され、牛馬耕の普及に大きく貢献した。

その中の一人林 遠里は、勧農社という私塾を明治16（1883）年につくり、その卒業生を募って組織的な

無床犁の普及を図ったことは特筆される。

##### (2) 馬耕競技会、農機具懸賞募集

畜力利用は、人・畜・農機具の三者が総合された技術である。この普及を図るために国、地方のレベルでの馬耕大会、競犁会が頻繁に開かれた。第1回抱持立犁競犁会が明治18（1885）年に福岡県で開催された。明治20年代にはいると各地で開催されるようになり、そこで観衆の目に留まった犁の優劣は、当時の開発・製作にあたった野鍛冶や民間発明家にとって著しい刺激となつた。

農具展覧会や農具共進会は明治39（1906）年から昭和9（1934）年頃まで国、県などの主催で各地で開催された。これらの催事の多くでは審査会も行われ、賞を出して優良農具の改良と普及に努めた。

農商務省は、第一次世界大戦終了後農機具の発達のため色々な施策を立てた。その一つに大正9（1920）年より昭和9（1934）年まで、各種農具の懸賞募集を大日本農会に委託して行った。この15年間に行った機種は20機種に及び、今日の農業機械の基礎づくりに大きな力があつた。

##### (3) 有床犁

犁床は、犁先で土を耕起する際に変動する圧力を支え、同時に、犁先の後部に犁へらを付けることで、土壌を一方向に寄せて反転することにより発生する側圧を受け止めて、総体的に耕起中の犁の安定を保つ効果があり、この利点が長床犁が広く普及した最大の理由であった。

犁床の長短で区別して、長床犁、短床犁、その中間の中床犁と区分される犁が用いられた。各地の野鍛冶が、それぞれの土地、営農条件に適合する犁を目指して工夫、製作したものであった。各犁の性能上の特色は、以下のとおりである。

a. 長床犁は70-100cmの長い犁床を有し、その先端に鋳鉄製の犁先をはめ込み、後部犁へらを付したもので、大形で重く、狭い圃場区画では使い難い欠点があった。また、長床が深耕を妨げ、けん引抵抗が大きいことも欠点として挙げられた。

反面、長く重い犁床は走行中に耕土の下の耕盤（hard pan）を強く押しつける。代き作業に用いると耕盤の穴埋め作用が期待できるので、耕盤からの垂直漏水を減らす作用が認められ、各地で長年にわたり用いられる事にもなった。

##### b. 中床犁から短床犁へ

抱持立犁は、安定が悪く操作も難しかったので、定着せず、まもなく長床犁と無床犁の長所を取り入れた中床犁、短床犁に取って代わられた。

無床犁の軽くて深耕可能な特長を生かしながら、長床犁の反転性能、安定性を生かした犁の改良開発が、各地の野鍛冶、農具製作所によって進められた。その過程で、犁床の長さを40-60cm程まで短縮した中床



#### 4. 耕うん整地

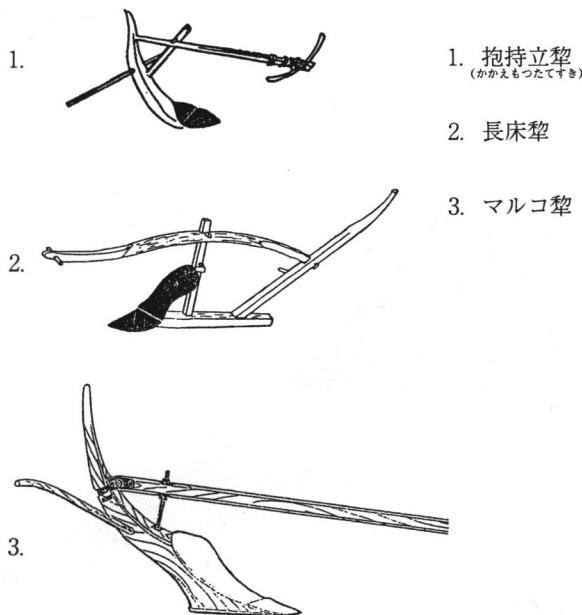


図 4-3 明治時代の和犁

犁が、さらに犁床が短く 40cm 以下で、犁先が鋭利で土塊の反転も良く、しかも深耕可能な短床犁が出現した。

1902 年に特許を得た熊本県の金物農具商そして、大津末次郎が考案した「マルコ犁」という商品名の犁の出現は、その後の犁の改良の見本となった。各地の土壤特性、作物栽培法に適応した多種多様な近代短床犁が生産され、普及していったのである。

その一人高北新次郎は、大正 2 (1913) 年「大正進歩犁」と名づけた犁の製作に成功し、その後もつぎつぎと、新しい考案に基づく犁やその他の畜力農具を生産した。

#### 4. 4. 3 近代短床犁の主な改良点

##### (1) 犁先、犁へらの改良

在来犁の犁先は、けん引抵抗を小さくするため三角形とし、刃先が土中へ吸い込まれるような形態、構造の工夫と、耐摩耗性を備えた鉄の表面硬化処理などの改良が加えられた。犁へらは、犁先から離れた後部に、最初は木棒切れを、その後、後方に傾斜させた木板を付けた基本的な簡単な構造のものであった。短床化に伴って、犁先と犁へらは次第に近接し、近代短床犁では両者が一枚の鉄板でつながって、へら面は平面から側方へねじられた曲面へと変わった。犁先で切断された土壌はへら面を上がってその曲面に沿って曲げられ、変形しながらひっくり返るように犁へらから離れる。その過程で土壌に亀裂が入ることを理想として改良された。

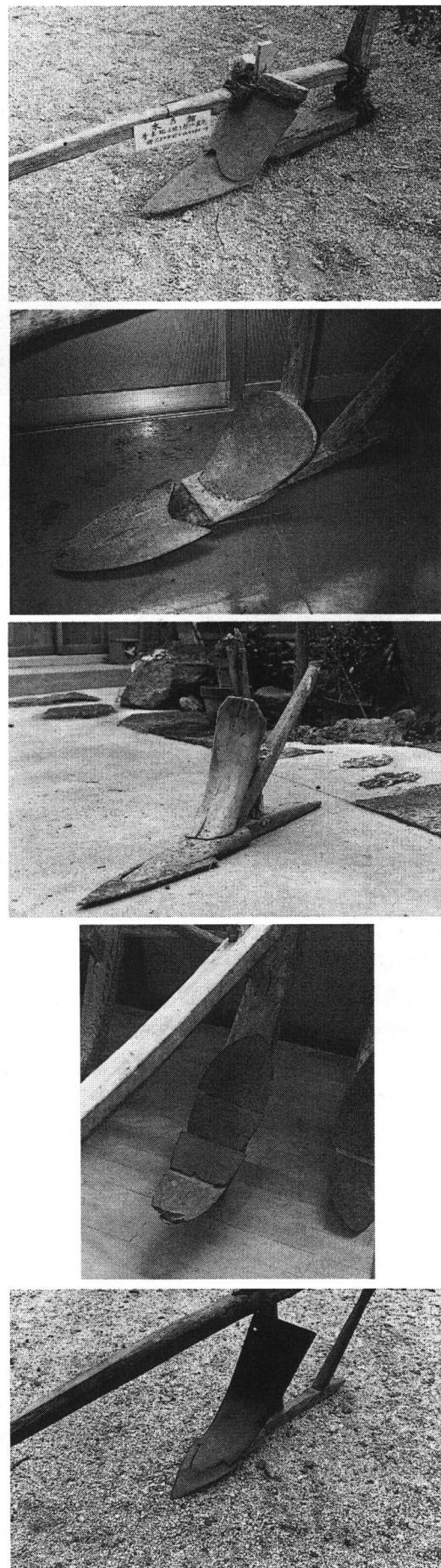


図 4-4 犁へらの改良経過

### 犁（プラウを含む）のけん引抵抗

牛馬が犁をけん引して耕地を耕している間、犁は色々な抵抗を受け、後方から牛馬の進行を抑えようとする。牛馬はその全抵抗に勝る力を出して先に進む。全抵抗は言い換えると牛馬の発生するけん引力である。この全抵抗は、犁体に及ぼす種々の力の合力であって、おおよそ次のような力から生まれる。

①犁先で土壤を切削するに要する力	50%
②壌土が犁へらを上っていく際の摩擦に打ち勝つ力	25%
③壌土を反転するに要する力	15%
④壌土及び犁体の重さに打ち勝つ力	10%

以上から犁のけん引力を少なくするために、鋭利な刃先、壌土が滑らかに滑って犁へら面との摩擦を減らすような曲面、犁床面を少なくしながら土の付着を減らす、ことを改良の目標にする必要があった。

半湿田の裏作麦、菜種、野菜などの栽培には乾田よりも高い畦が必要で、人手の鍬で高く畦を積み上げる労力は苦痛を伴った。開発された高畦用の犁へらは、耕起した土壌を高い位置まで運ぶために、2枚のへらをつなぎ合せた長へらとし、さらに高低調節可能な補助へらを最上段に取り付けたものもあった。

また、火山灰土に用いた畑用犁では、犁体の表面に土が付着しやすく、犁へらの壌土の流れが悪くなつて反転せず、抵抗も大きくなるという不都合があった。これに対応して、土との接触面を減らすため、フォーク形犁へらで、壌土の流れ、圧力に応じて自由に変形あるいは動く「自由ねん（撓）転へら」と呼ぶ考案もなされた。

### (2) 犁床の改良

耕盤を下方に押しつけながら進むことで水田の漏水防止に役立つことを重視した長床犁の犁床は、長く広幅仕様を有していた。その際、犁床に床金を付けて摩耗を防ぐと共に、耕盤上の滑りを良くしてけん引抵抗を減らすことや、底に突起を付けて耕盤に食い込ませて犁体の安定を図るなどの改良が施された。

深耕を重視した短床犁の普及につれて、けん引抵抗を小さくするために犁床は次第にスマートな形に変化し、極端な例ではあるが安定性に配慮したハイヒール形犁床まで生まれた。

### (3) 両用犁（双用犁）の開発

短床在来犁が最も早くから使われていた北九州地方は、二毛作地帯で、水田の裏作は畦立栽培が慣行であった。畦立て作業は、両側から土壌を寄せて畦列と溝列を作り、排水を図った。この作業に用いた犁は、一定の方向に固定して土壌を反転・放てき（擲）する犁（単用犁 single plow）が適していた。

これに対して双用犁は、犁先、犁へらを一体化し、これを犁床に通した回転軸に取り付け、左右に傾けてどちらかに土壌を反転する犁である。農具製作所経営の松山原造が、1901年に考案し特許を得た。東日本

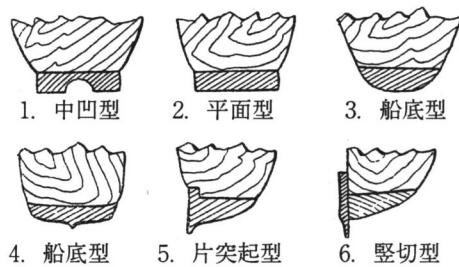


図 4-5 犁床の断面形状

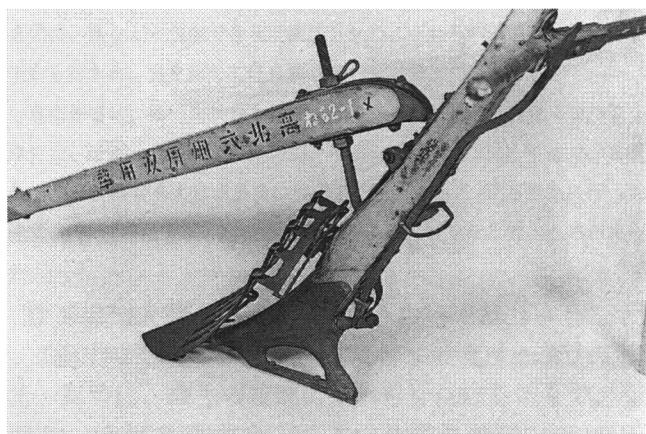


図 4-6 ハイヒール形の犁床

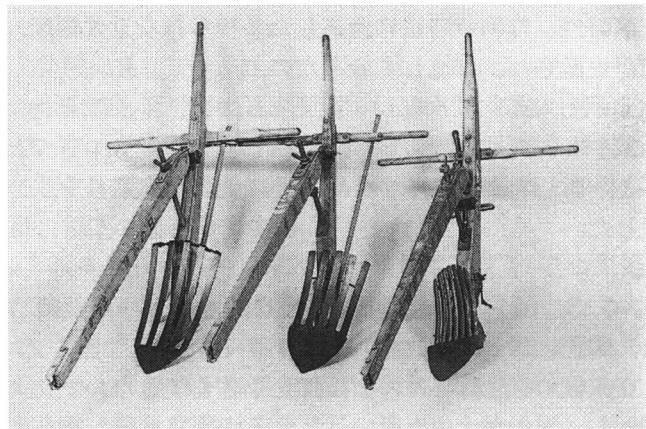


図 4-7 自由燃転・フォーク形犁へらの畑用双用犁

の一毛作地帯では、平面耕のため往路も復路も同一方向に反転できる犁があれば能率が上がることを、松山は早くから身をもって体験していた。この双用犁のお陰で、東日本にも畜力耕が普及していった。松山の発明の後、他の犁製作所は、回転機構を異にする双用犁を開発し発売した。

### (4) 二段耕犁の開発

深耕をさらに高める努力の結果として生まれたのが、二段耕犁である。短床犁（本犁）の前方に前犁（副犁）を取り付け、耕土を上下二段に同時に犁き起こすことができる。前犁で地表近くにある雑草や前作物の切り

#### 4. 耕うん整地

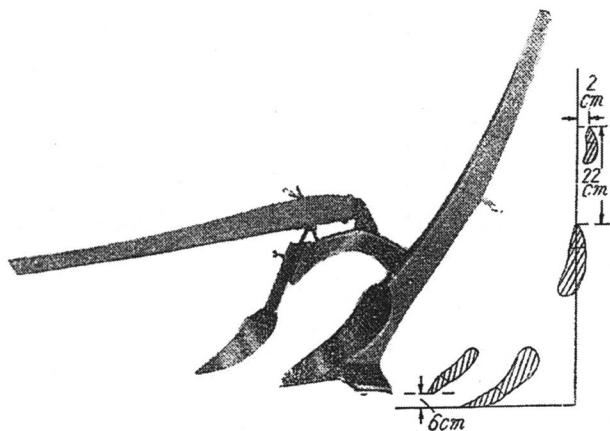


図 4-8 単用二段耕犁



図 4-特-1 単用犁による畦立耕

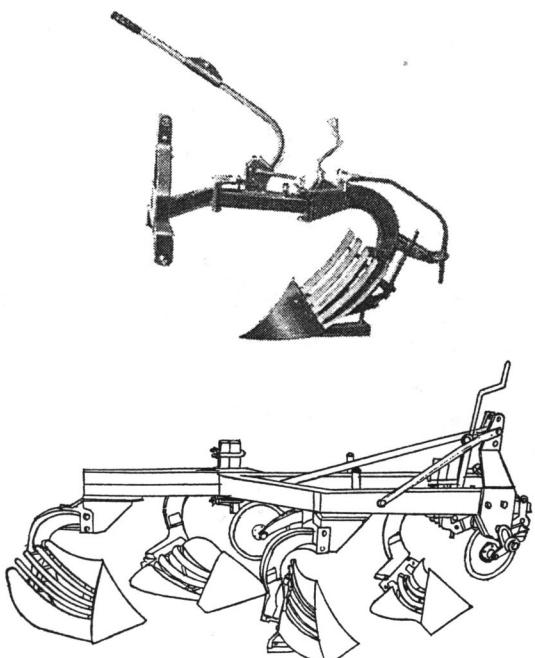


図 4-9 小形トラクタおよびトラクタ用和犁

株を削り落とした後、本犁がこれを深く埋めて、結果的により深耕、クリーンな耕うん土層をつくることができる犁であった。けん引抵抗が単用犁より 20%ほど大きいことが、欠点であった。最初の考案は昭和 5(1930) 年であるが、さほど普及せずに終わった。

##### (5) 犁耕の作業能率

犁耕の作業能率は、種々の条件で異なるが、馬耕の平面耕で 1 日 8 時間労働で 30-40a、畦立て耕で 22-25a、牛耕でそれぞれ 20-30a および 15-20a である。

#### 4.4.4 トラクタ装着犁

昭和 30(1955) 年以降、歩行形トラクタに装着するため、従来の畜力用犁の木製部を鉄製に代えて生産した。昭和 36 年以後に乗用トラクタ用の 2 連、3 連のいわゆる多連犁が生産されたが、その普及はロータリ、プラウには及ばなかった。全国の水田面積の約



図 4-特-2 双用犁による平面耕

80%を犁耕が占めていたものが、戦後の動力耕うん機によって、わずか 10 年間のうちにほぼ消滅したことは、農業機械化発展史のうえで特筆されるべきことであると言える。

#### 4.5 プラウ

##### 4.5.1 明治政府の洋式農具の輸入と政策

江戸時代までの 500 年間の鎖国から開放されてみると、日本の農業と農学は、欧米の先進国と比較してあまりにも遅れていた。そこで、学者や技術者を海外に派遣し、また外人教師を招いて西洋の農学を学んだ。

明治 5(1872) 年政府は、最初の農業試験場である内藤新宿試験場、後の三田育種場を開設し、その中に農具の輸入と配布を専門に扱う部局を新設した。明治 9 年には鍛冶場を開設して、農具の試作と修理が可能な体制をつくった。そこで、明治 12(1879) 年、この農具部門を独立させ、三田農具製作所を設立し、駒場農学校（現東京大学農学部）の外人教師の指導の下、西洋の大形農具を模倣して多岐にわたる農具を製作し、明治 15 年には 4300 余個、明治 20 年までに

15241 個の農具を製作した。しかし翌 21 年には民間に払い下げられることになった。

製作した農具は主として府県を対象に貸与、あるいは売却されたが、それらの試用の結果は芳しくなかった。西洋の犁（プラウ）を使った泰西流の耕うん法では現場の農業の実状に合わないとし、藩政期以来の伝統を有する抱持立犁による在来農法への転換が指向されていたのである。

輸入農具：政府が洋式農具を最初に輸入したのは明治 2（1869）年、洋種の牛豚とともに製乳機械をイギリス商人から譲り受けたことからと。翌年にはアメリカのプラウ、鎌、播種器などが輸入されている。明治 8（1875）年に政府内に農具係が新設され、海外の優良農具を購入し、国内で試用製作を進めようとした。その後急増し、明治 9 年にはアメリカから 156 個、オーストラリアから 88 個、イギリスから 232 個の導入があった。

#### 4.5.2 北海道における「プラウ農法」の発展経過

プラウの我が国への導入は、明治政府による「農業の近代化」の手段として、大形西欧農具の導入に始まる。とりわけ北海道は未開の土地が多く、その開墾による農地開発事業を進めることを立案し、気候的に類似する北米や北欧、とくにドイツ、デンマークの農法を模範にして、大形畜力機械化を柱に開拓を進めることとした。

明治 2（1869）年北海道開拓使は、米国人 H. ケブロンに依頼して多量の農機具類を導入させ、明治 7 年には「プラウ農法」の現地指導を開始した。19 世紀後半にはプラウの量産体制の整ったアメリカ、ドイツ、イギリスなどから数種の銘柄のプラウが、北海道開拓地に多数輸入され、「洋式農具貸与規則」を制定するなどして利用を奨めた。

畜力用洋式プラウは、西欧の畑用につくられた 2 頭ないし 4-6 頭位までの多頭曳農具で、小形な体躯の日本の牛馬ではけん引できず、また水田耕ではけん引抵抗が大きく、北海道を除く日本国内でそのままで使用

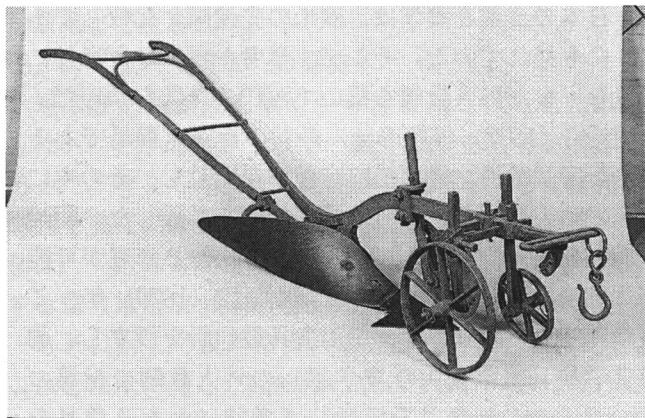


図 4-10 輸入ダンカンプラウ（二頭以上引用）

することが困難であった。

改良に当たっては、数種の輸入プラウの中で、米国ジョンディア社製プラウが木材利用かつ軽量小形で使いやすいことから、それを模倣して幾つかの和製プラウ（畜力一頭曳きプラウ）が製造された。北海道では明治 14 年頃から製作を開始し、その製作技術は年毎に進歩した。昭和時代に入ってトラクタ用プラウまで生産されていたことは、現在北海道各地の博物館、資料館に残されている資料からも知ることができる。それと同時に、不慣れな「プラウ農法」が北海道に定着するまでには、充分な技能訓練期間も必要であり、広く普及するまでには 20 年余を要することとなった。北海道以外では、青森、宮城、岩手の諸県でわずかながら使われた。

#### 4.5.3 プラウの特徴

西欧に生まれたプラウは、現地農業に適応しており、次のような特色を有している。

- (1) 平坦な広い区画の畑地や草地の平面耕に適した耕具である。
- (2) 日本へ導入された当時のプラウは、大形であり、通常 2-4 頭の多頭曳き用であった。
- (3) 構造上、土壌の反転性能に優れ、作業中の安定が良く、使いやすい。
- (4) 日本の使用条件から見た欠点として、狭い区画の圃場では枕地が多くなり、耕深は概して浅く、けん引抵抗が大きいことが挙げられる。
- (5) 壁土の断面形状が横方向に長く（耕幅大）、縦方向に短い（耕深小）長方形で、壁が連なって亀裂が発生しにくいので、碎土や代かき作業が大変になる。

#### 4.5.4 戦後のプラウの利用

戦後、ロータリの全国的普及に伴って、中・大形ト

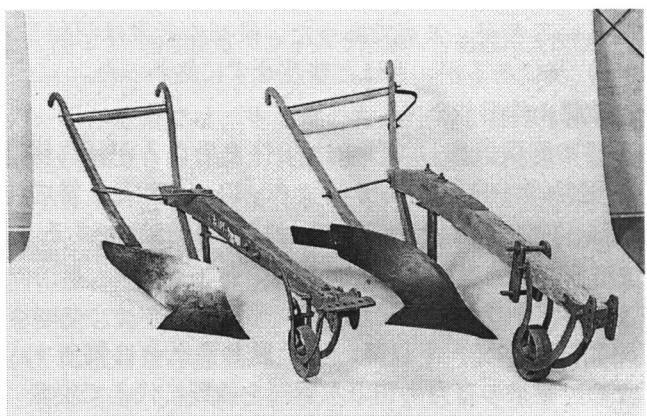


図 4-11 畜力一頭引プラウ  
(右) 新墾プラウ  
(左) 兼用プラウ

#### 4. 耕うん整地

ラクタもほとんどの場合ロータリを装着して耕うん作業を行っている。その中で、大形トラクタによる畑地耕うんには、ボットムプラウを使う農家が、北海道のみならず諸県内でも少なくない。とくに昭和40年代に開発されたプラスティックプラウは、はつ土板の表面に特殊な合成樹脂を張り付け、土壤付着を防ぎ、深耕および反転性能も極めて良いことから、火山灰土地域の畑作農家に愛用されている。一部では、ディスクプラウも利用されている。

#### 4.6 碎土器

碎土作業は地表付近の土層を細碎・鎮圧そして均平にすることで、播種した種子を土粒子で密に囲んで発芽を促進することを目的に行われる。犁とともに古代から使われた農具で、作用機構によって区別すると主に次のような碎土器が使われた。

- (1) 打ち碎き作用: 手振り馬鍬、塊割、平塊割 (いずれも人力用)
- (2) 挿し割り作用: 車馬鍬、谷馬鍬 (ともに畜力用)
- (3) 切り割り作用: 刃車形碎土器 (畜力代かき用)、翼状碎土機、薬研把 (ともに畜力用)、ディスクハロー (畜力用、トラクタ用)、乗用代かき器 (トラクタ用)
- (4) 押し碎き作用: 柄振り、レーキ、トンボ (いずれも人力用)  
普通馬鍬 (畜力代かき用)、方形ハロー、レバーハロー (ともに畜力用)  
ツースハロー (トラクタ、畜力用)
- (5) 圧碎作用: 芝ハロー、カルチパッカ (いずれもトラクタ用)

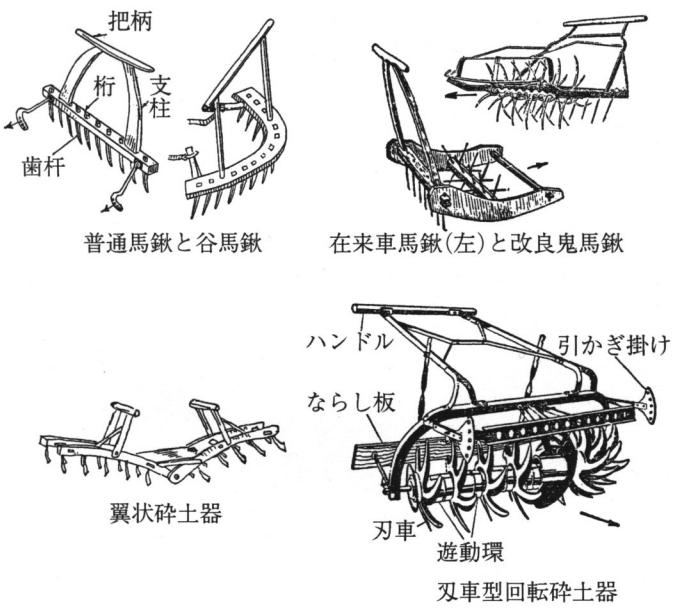


図 4-12 在來の碎土器

このように多種の碎土器が存在する理由は、ディスクハロー、レバーハロー、方形ハローのように外国産を除けば、地方によってそれぞれの土壤、使用条件によって、碎土できる最適な作業法があることに依っている。

##### 4.6.1 代かき作業の変遷

- (1) 馬鍬から刃車形碎土器へ—発明が発明を呼ぶ

馬鍬は、我が国では畜力犁と同時に使われるようになった碎土器（主に代かき用）であるといえる。

構造が簡単で、90-120cm の木柄に長さ 20cm 程度の真直な歯桿を約 10cm 間隔に、9-11 本植え込んで、これに鳥居形のハンドルを取り付けたものである。歯桿に吸込作用がないので、使用時には腕力で押さえ込む必要がある。けん引抵抗が比較的大きいこと、雑草や堆肥の絡まりが多い欠点がある。

水田裏作にレンゲ栽培の多かった石川県の農機具製作所で、大正 11 (1922) 年にそれ以前から広く普及していた車馬鍬、薬研把を改良して刃車形碎土器を考案販売した。作業抵抗が大きい水田の代かきに用いるが、在来の普通馬鍬に比べて土に対する吸い込み作用が強く、深いところまで碎土ができる、藁やレンゲの土中への押し込み作用が強かった。回転軸に藁などのからみつきを防ぐ遊動環を付けた工夫が優れた考案であり、北陸地方のレンゲ栽培地帯で好評を得て、後に全国的に普及した。

昭和 23 (1948) 年頃にはこれをもとにした無軸形回転碎土器が考案されたが、けん引抵抗がやや大きい以外は草の絡みつきもより少なく、発明が発明を呼ぶ農具改良の好事例と言える。

- (2) ロータリによる代かき作業

1955-60 年頃から全国的に動力耕うん機によるロータリ代かき作業が一般化し、従来の犁-碎土器体系の集約作業から見ると、極めて簡略化された作業体系の出現となった。ロータリ利用では、乾田状態での耕うん、灌水後 1 回の代かきを通常の作業法とし、最も進んだ簡略法では灌水後耕うん・代かきを同時に行い、1 回の作業で苗を移植する方法が行われた。

そこで、このような耕うん作業の簡略化が稲の生育収量に影響を及ぼすかどうかが問題として提起され、その 1 つの課題として、代かき作業の目的を農業試験場を中心に改めて検討することになった。その結果は次のとおりであった。

- a. 人手で苗を植えやすい土壤の硬さにする
- b. 土と肥料を混和させ、肥料の流亡を防ぐ
- c. 漏水防止
- d. 雑草を土中に埋め込み殺す
- e. 田面を均平にする

以上の中で最も重要な目的は、(1) 人手での田植えがしやすい土の硬さを作ることであった。それ以外の目的はそれぞれの水田の土壤、栽培条件により重要度は異なるとの結論であった。

もう1つの課題はロータリ耕うんの収量への影響に関する研究であり、数年間にわたる圃場試験で検討された。機械耕うんは従来の畜力耕うんに比較して耕深が概して浅く、代かき作業は土粒を細碎して耕土層内の水の下方移動を少なくする。そのため、有機物の土中での嫌気性分解を促すことなどが解明され、この現象に対応する栽培法の研究がその後行われた。

以上のように、畜力耕うん体系から機械耕うん体系に移り変わった際には、従来盲目的ともいえる集約的な慣行作業法が再検討されて、新しい栽培技術体系の中の機械の利用と作業法を構築する必要性があることが指摘された。その後稻作の機械化耕うん体系は、除草剤の利用、多収品種と分割施肥技術などと一体化した多収技術体系として作り上げられた。

#### 4.7 ロータリ

##### 4.7.1 石油発動機の導入が農業機械化の第一歩 —児島干拓地の事例を中心に

第一次世界大戦（1914-1918年）後、近代工業が地歩を固め、また戦争によって労働力が払底、労賃の高騰を招いた。輸出農産物が暴騰したおかげで、北海道農業は好景気となったのを契機に、大正4（1915）年、北海道で石油発動機が農業に初めて使用されるようになった。その後続々と数銘柄の電気着火方式の石油発動機が国内各地に輸入され、とくに静岡、岡山、兵庫、滋賀などの中部から西日本の諸県で多く普及した。その当初は高価格であるため当然ながら上層農家、先進的農民の利用に限られ、揚水、脱穀、粉挽り、精米、製茶などの固定作業に使われた。

幕末から明治にかけて干拓事業が行われた岡山県・児島湾干拓地は、明治30年代半ば頃から入植が始まり、明治40（1907）年には刈取機、脱穀用スレッシャや大型乾燥機を、さらに1920年には米国製の大形トラクタを導入するなどして、ヨーロッパ形大形機械化農場の造成を目指していた。

干拓地に生まれた興除村は、機械化農業の先進地として大きな足跡を残した。もともと用水は上流の余り水に頼るしかなかった干拓地では、揚水用の発動機が不可欠であり、原動機開発に強い影響を与えた。石油発動機は、大正13（1924）年の大旱魃を契機に急速に普及し、昭和になると国産機が輸入機を駆逐するまでに発展した。

#### 4.7.2 小形耕うん機の輸入開始

大正10-11（1921-1922）年頃、農務省は数種類の小形耕うん機、ガーデントラクタを全国で約200台ほど輸入したが、実際の営農で使用できたものは少なかった。その中のスイス製シーマー動力耕うん機（フランス語でシマールとも呼ぶ）は、ほかのけん引形歩行トラクタと異なる機構を持ち、機体後部に着脱可能なセンタードライブ方式の回転式カルチベータ、すなわちロータリを装着しており、この回転で耕起と碎土を同時にを行うものであった。この機構は、現在使用されているロータリの機構とほぼ同じであることは、特記されるべきことである。

シーマー耕うん機は大正12（1923）年、児島干拓地・藤田農場の富民協会岡山試験場にも輸入され、一部改良して裏作麦の中耕作業に使われた。元来が畑地用であり、粘土含量の高い干拓直後の軟弱地盤の水田の条件には適応し得なかつたのは当然であった。

石油発動機の導入により実現した脱穀調整分野の機械化は、むしろ地主の要求であり、一般農民にとっては、農作業の中で最も苦しい労働の耕うん作業の機械化こそ最も望むところであった。販売店の実演会が各地で開かれ、これを見た農民、野鍛冶、農具生産者などの注目的になつたという。

#### 4.7.3 国産耕うん機の開発

岡山市の鉄工所や野鍛冶の人達は、農民との合作で、その土地の土壤、経営条件により適合した動力耕うん機の国産化に着手した。その人達の中に明治30（1897）年生まれの西崎浩がいた。西崎は当時既に利用されていた石油発動機の利用拡大を狙って耕うん機への搭載を試みた。しかし2馬力（1.5kW）の低馬力では歩行速度を極力低くしても不足し、しかも質量が重く振動も激しかった。その結果、耕深は浅く3-4cm以下で、前作の刈株を抜ききることができず、また耕うん爪が摩耗しやすく、しかも地表残さ物が絡みつくなど多く

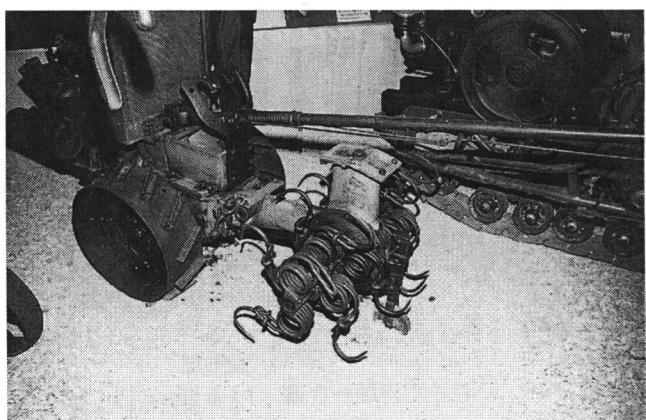


図4-13 開発当初のロータリ装置

の改良点を残した。これらの改良に改良を重ねる努力の末、大正 15 (1926) 年、動力耕うん機国産第 1 号（丸二式）の試作が成功した。この後すぐ、続いて昭和 2 (1927) 年、藤井康宏も 19 歳の若さで試作第 1 号を完成、その後も地元の鉄工所や農具製作所から競って試作機が生まれ、全国農機具共進会などに出品された。

試作された耕うん機はいずれも故障が頻発したが、農民の意見を参考に修理した近辺の鉄工所、野鍛冶の協力が、新しい耕うん機の実用化へつながっていった。修理をしながら実用に耐えうる改良を施すという概念が工夫され、それが製作者に伝えられ、昭和 6-7 年頃には実用の域に入った。このように民間当事者の総力によって国産動力耕うん機は作り上げられたといつても過言でない。ようやくにして、昭和 14 (1939) 年、農林省による耕うん機の初めての比較審査が行われた。

昭和 12 年以来、日中事変、第二次世界大戦と続いた、石油不足により、動力耕うん機はわずか 7000 台の普及にとどまった。

#### 4.7.4 国産耕うん機の主な改良経過

##### (1) 石油発動機の移動作業への兼用化

脱穀調整を主とする定置作業で利用が始まった石油発動機を、移動耕うん作業に兼用しようとする試みは日本独特の効率的アイデアであった。質量が重く低速エンジンである欠点はあっても、燃料費の低減、負荷変動に耐える大きなフライホイールの利点という特色ももっていた。

##### (2) 耕うん部の改良

地上に刈り株、作物残さ、あるいは綠肥とするレンゲが繁茂する条件で、いかにして回転軸、爪への巻き付きを防ぐかは、本タイプの耕うん法の最大の課題であった。ロータリ爪の切断力を向上し、併せて耐摩耗性を付加する鉄材とその処理を改善することが求められた。ロータリ爪の回転軸への取り付け方法もこれに関連し、しかも爪の交換のための着脱の容易化を図ることも改良点であった。これら改良は、第二次大戦後までも続いた課題でもあった。

##### (3) 水田作業への利用

開発当初の耕うん機の欠点の一つに、防水装置の不備があった。児島干拓地は、表作にイネを裏作にムギを作付ける西日本に典型的な二毛作地帯であった。したがって、耕うん機の利用は稻作後、ムギ播種前の耕うんに先ず試みられたが、農民の要望は稻作前の耕うん・代かき作業への利用であった。文献によれば、この地方の農家すでに耕うん機が一応の完成を遂げた昭和 13-14 (1933-1934) 年頃から代かき作業に使った記録が残されている。使用後、周到な分解清掃、給

油がなされたことはいうまでもない。車軸、回転軸などの完全な防水が実現したのは、第二次世界大戦以後であったことからして、水田での利用が本格化するのは国産機発明後、戦争期をはさんで 50 年近く経てからであった。

#### 4.7.5 ロータリ以外の動力耕うん機の開発

我が国の動力耕うん機は、ロータリ形を中心として発達してきたが、この外に 1927 年に発明、1935 年に発売されたクランク式、1938 年頃販売されたスクリュー式があった。この 2 機種の耕うん機は我が国の農業が機械化農法に動き出した戦後、それぞれの特性を生かして一部地方を中心に使われたが、代かき作業へのロータリの利用が一般化していくにつれて衰退していった。

#### 4.7.6 第二次世界大戦中および戦後の耕うん機械化の発展

##### (1) 戦時中の停滞期から戦後の機械化発展期へ

戦争が拡大して男子労働力は減少し続け、農業資材とくに肥料が不足していく中でも、食糧増産の重要性は増し、女子労働に支えられた農業は余儀なくされていった。労働不足に対応して、全国に耕うん機の共同利用や賃耕が見られるようになったが、農機具生産工場は軍需工場に強制的に変えられ、農機具の研究開発も停滞せざるをえないままに過ぎた。

戦後まもなく、耕うん機の実用化に向けての取り組みが再開された。戦前の農民自身による動力耕うん機の開発改良の成果を受け継ぐかたちで、久保田鉄工は昭和 22 (1947) 年に試作を開始し、昭和 23 年の興除村での競技会に参加し、昭和 24 (1949) 年から本格的生産を開始した。昭和 49 (1974) 年には 337 万台のピークに達し、以後乗用トラクタの時代へと移っていった。

##### (2) メリーティラの輸入と小形トラクタの普及

戦後まもなく、多くの軍需工場が農機具製造に進出した。一方、農地改革により自作農が創設され、食糧不足による農産物の価格上昇に支えられて農機具への需要が拡大した。戦前の動力耕うん機も増産されたが、昭和 28 (1953) 年、メリーティラの名称のアメリカ製小形耕うん機が輸入され、圧倒的な普及をみた。この耕うん機は 2.2 馬力 (1.6kW) の小形空冷ガソリンエンジンを搭載し、車軸に装着したローターにより耕うん・碎土しながら前進する機構であった。ローターを代かきローターに替え、後部にレーキを組合せると代かき作業も軽々とできた。構造が簡素で、超軽量超安価なため、全国の零細農家の注目を集めた。しかもリヤカーをけん引しての運搬車としての利用が、小農

民の荷車に代わって全国的な拡がりをもって普及した。

これが刺激となって多くの国内メーカーが、従来の耕うん機を凌駕する生産台数でけん引形小形トラクタを生産し、従来の畜力犁を改造してけん引する犁耕が広がった。やがて工業化による農村労働の減少に即して、農作業の省力化が進み、作業能率の高いロータリも装着するようになって高馬力化し、動力耕うん機と小形トラクタとの区別は不明瞭になっていった。このようにしてけん引駆動兼用形の小形トラクタが全国の主流となり、国土のほとんどの田畠耕地がロータリ耕になっていた。その過程で、耕うん爪は反りが逆向きのナタ爪となって、草や藁の巻付きのないものに改良され、反転性能も以前より改良された。

### (3) 新たに行われた主な発明、改良について

ロータリ耕うんは、耕うんピッチの調節で耕起した土塊の大きさを変えることができるが、一般には土壤が細か過ぎる、表層物の埋土が不良などの欠点をもつ。それにより、耕うん後の大雨に際して浸透性が悪く、表面流去水が多く、また降雨後表層が固結したりする現象が現れた。これを改良するために、以下のような考案がなされた。かつての犁耕一碎土の耕うん体系で形成された上層細土、下層荒土の状態をロータリで再現しようとするものである。

- a. 逆転ロータリ：耕うん爪を逆転して下方から上向きに掘り上げる耕法、アップカットロータリともいう。大きな土塊や刈り株が下層に、レーキを通り抜けた細かな土粒が上層に落とされて、理想的な発芽床を形成させる目的で考案された。
- b. 2軸ロータリ：通常のロータリで耕うんし、その後方に駆動する小形ロータリで表層だけを再碎土し、理想的な播種床を作成する。
- c. 水田ハロー：代かき専用のロータリで、乗用代かき機である。爪数は多く、爪の作用深さは表層の7-8cm程度である。所要動力が小さいため広幅が可能であり、格納時に折り畳みできるものもある。
- d. 深耕ロータリ：深根性の根菜類などに向く、栽培床造成を目的とした工夫である。

### 4.7.7 中形、大形機械化への発展

昭和28(1953)年の機械化促進法の制定を機に、大形トラクタの輸入も増加し、併せて国産化も進み、中形・大形トラクタの一般農家への普及が始まった。ここでもロータリ耕は畦立て、播種、マルチングその他の作業機と併せて装着し、一行程で複合作業を行う方式の開発が行われた。

### 4.8 田植え作業

従来から我が国では、稻作の伝来当初は直播が行われており、移植の始期は後代とする見方が一般的であった。移植栽培の利点としては、播種から苗の時代を集約的管理のもとで育てられ、移植後も雑草との競争に有利な条件におかれることなどが挙げられる。我が国のように夏の期間の短い気候条件で、しかも零細な経営規模で多収性を重視する稻作では、このような利点を重視して、伝来まもなく移植栽培に移行したのではないかと考えられる。

また、最近の中国並びに我が国の稻作遺跡の調査から、中国では我が國への稻作伝来の5000年前頃にすでに稻作が始まり、かなり高度な技術をもった稻作となっていたことから、伝来当初から移植栽培が行われていた可能性もあると考えることができる。

#### 4.8.1 人力田植えの用具(植え付け基準作成用具)

幕末頃から除草器の利用と併せて正条植が普及し、各地で種々の植え付け位置の作成用具が考えられ、利用されるようになった。繩を用いる場合、定規・枠を用いる場合、線引き具を用いる場合などの手段が用いられた。

繩を用いる方法は、水深や水田の形に左右されることや、代かき直後でも植え付け可能のこと、資材が入手し易く取り扱い簡便で能率的であることなどから、全国で最も多く採用された。

共同作業慣行の多人数で一斉に植える田植え作業にも、繩の利用は適していた。

定規・枠を用いる方法は、それを移動させながらの田植えであるが、人数、熟練度に関係なく正条植できる利点があった。

線引き具は、多くは湿田で用いた。この方法では、田面の水を落とし、線を引き、そのまま線が消えずに残っている水田条件を必要とした。田植え作業は、一人でもできるのが利点であった。

#### 4.8.2 田植機研究の歴史

(1) 明治31年に誕生した初の田植機関連特許から第二次世界大戦まで

田植えは腰を曲げて行う作業であることから、明治以降多くの人によって機械化の試みがなされた。すなわち、田植機開発に関する特許申請は、明治31(1898)年から始まっているのである。西欧文明を知った何人の民間発明家が、田植えの機械化ができないかと知恵を絞り、その後の60年間に特許および実用新案は約200件を数えた。しかし、慣行の田植え法を機械化するには、苗取り機と、苗揃え作業と、田植機が必要で、これだけの研究が行われていたにもかかわらず、これ

#### 4. 耕うん整地

らの手間がネックになり明治以来の難しい課題として立ちはだかっていた。したがって、ほとんど実験的に研究が進められた形跡はなく、実用機が出現したことにもなかった。

日中事変（1937年）の進展に伴い、農村にも人手不足が生じるようになり、田植え作業を中心とする農繁期克服を目的に、ようやく国、地方農業試験場により田植え作業にも科学的研究が向けられることになった。当初の研究は、人力で行う田植え作業の労働科学的研究や、民間で行われている田植法の解析と新たな能率的田植法の案出及びその普及であった。

田植機の研究に初めて取りかかった人に、福岡県農業試験場の山時技師がいた。戦時下の昭和18年から20年の研究期間に、それまでの特許公報の資料を検討し、田植機の試作に当たった。しかし実用の域に達する機械の製作は未完成のまま終戦を迎え、研究は中止のやむなきに至った。この研究では、田植機の研究は苗代播種器、苗取り器、田植機が一つの連携のもとに作用するよう設計することが肝要であることを教え、以後の田植機開発研究に貴重な示唆を与えた。これ以外の当時の研究はすべて民間人によるもので、いずれも慣行の成苗をいかに植えるかに研究が集中していた。

##### (2) 戦後、田植機開発の機運高まる

戦後の虚脱を過ぎた昭和26（1951）年頃から民間において、田植機の発明、考案が年を経るに従って盛んとなり、世間の田植機への関心も、高まってきた。農林省は昭和30（1955）年に田植機に関する研究助成金を公布し、国家予算による初の研究に乗り出した。この時期から国、県の試験場、大学等でも試作研究や利用試験が実施され、昭和33（1958）年には初の田植機実演研究会が開かれるまでになった。

1960年代になると、国の研究機関と農機具製造業者との共同研究会や数種の試作機の性能、稻苗の物理的傷害の抵抗性や作業精度と水稻生育との関係試験なども行われた。しかし、実用化の段階に至るまでにはなお多くの問題が残されており、その中で製造業者はそれぞれの方式による開発にいそしんだ。

##### 4.8.3 苗取り作業に制約された根洗苗用田植機

人手による田植え作業は、苗代育苗 - 苗取り・結束 - 苗配り - 植付け（苗分け - 1株握り - 植付け）と続く一連の作業からなっている。1950年代末頃から1960年代にかけて考案された試作機は、その中の植付け作業だけを機械に代替しようとするもので、今までどおりの大きい苗を使った。その際、1本1本の苗がよく分離されていて、根の絡み合いのないことが植付け精度を高める最大の要因であった。苗とり時に根

をよく洗う必要から、人手での苗取り作業よりも試作機用の苗取り作業の方が、より多くの時間を必要とした。後に「根洗苗用田植機」と呼ばれた。

昭和40（1965）年には、日本初の市販田植機が6社から売り出された。その中で最も出荷台数の多かった田植機は、苗箱からピンセット状の植付爪が1株ずつ苗を挟み、クランク状の動作で植付ける機構を持ったもので、根元をよく揃えた苗を苗箱に詰めておけば、植付け操作は極めてスムースであった。他の田植機も同様の植付け方法であったが、いずれも苗の腰折れ損傷が多く、また根洗苗の準備作業に多くの労力を要することから、苗代の形式や苗取り機の研究も行われていた。しかし、その頃すでに土付き稚苗田植機の研究も進んでおり、根洗苗用田植機の完成を待たずに、やがて土付き稚苗田植機が登場することになったのである。

##### 4.8.4 外国の田植機開発も刺激となる

たまたまイタリアで開発され実用化されているというイルクマ式田植機の記事や視察談は、我が国の田植機開発者への大きな刺激となった。これらの情報を要約すると以下のとおりであり、当該機は我が国の集約的稻作にそのままでは利用できないことが明らかになった。

- (1) イタリアの田植機はほとんどがトラクタけん引形であり、大区画圃場に適合する。
- (2) 密植化が困難で、1株本数が多く、植付け深さの不均一など作業精度が劣る。
- (3) 苗取り作業に多くの人を要する。

当時中国でも田植機の開発が進んでいるとの情報があったが、日本での関心は大きくはならなかつた。

##### 4.8.5 土付き苗用田植機の開発

すでに述べたように、根洗苗用田植機は苗取り労働の機械化、省力化が図られない限り、十分な機械化技術とするには大きな問題が残った。当時、農業機械化研究所では、根洗苗用田植機の開発と併行して土付き苗用田植機の構想を練り、その開発にも力を入れていた。

##### (1) 稚苗育苗法の開発

日本の稻作に「苗代半作」という言葉がある。苗代での育苗の良否がその年の稻作の良否の50%を占めることを意味し、健苗育成が水稻生产力に重要な意義を持つものと考えられてきた。また、夏の期間の短い我が国にあって寒冷地稻作の増収のための基本技術は「早播早植」であると古くからいわれてきた。色々な方法の保護苗代が各地で研究、実施される中で、加温した室内で育苗し、できるだけ早期にその苗を戸外

で育てる研究が長野県の飯山雪害試験地で行われていた。

同試験地の松田技師は、蚕の稚蚕飼育からヒントを得て、苗箱に播種し、それを積み重ねた室内の温度や湿度、光線を調節して育て、その苗を土付きのまま戸外に仮植してある程度大きくしてから、本田に移植する方法を検討した。実験を重ねた結果、仮植を省いて土付きの稚苗を直接本田に移しても、その後順調に生育することを確認した。

この育苗法は、その後電力研究所の協力を得て、昭和32(1957)年に小形電熱育苗器が開発され、3年後には共同育苗用の100ha規模の大形電熱育苗器も開発された。同時に、今までの本葉5-6葉の成苗移植から本葉2.0-2.5葉、草丈10-15cmの稚苗移植でも安定した収量が得られる稚苗栽培法が東北農業試験場の研究で確立した。これらの研究に支えられ、農業機械化研究所と機械製造メーカー共同での稚苗用田植機の開発が進められた。

## (2) 稚苗土付き田植機の開発

a. 人力1条用稚苗用田植機：この市販第1号機は、昭和39(1964)年に発売された。この田植機の特許公報には、概略次のように書かれている。

「本田植機に用いる苗は室内育苗器で播種用金櫛を用いて溝播きして発芽育苗を行う。これにより苗は全部、各溝毎の一定寸法の帯状の形の苗となって取り出すことができる。これを手前から1枚ずつ取り出して、一対の送りローラーベルトに挟持させる。これで田植え準備が整い、田植機を前進させると、送りローラーベルトが運動して帯状苗を順次送り出し、これに隣接する切断歯と押し爪で一定幅の株苗を切断し、土中に立てた状態に押し込んで行く機構を有する」。

以上のように、第1号機は手押し形半自動であるので、30cmの長さの帯状苗を「送り-切断・植付け」

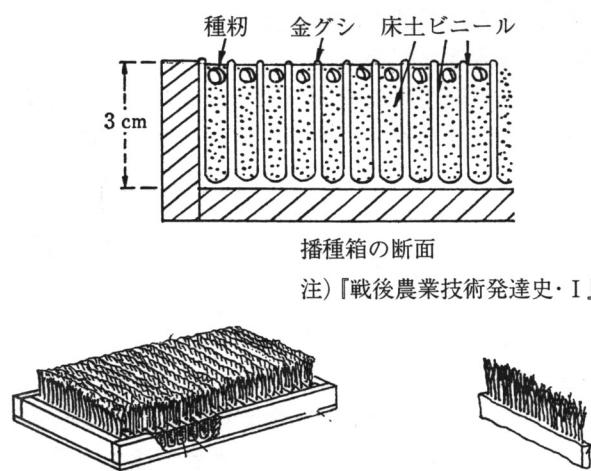


図4-14 稚苗用田植機市販第1号機の育苗法と稚苗帶

る作業を1行程として、間欠的に作業が行える構造であったが、植付け精度は極めて高かった。

b. 紐苗式田植機：育苗箱の短辺部分の両側に幅1cmの屈曲部を作ることで苗を紐状に連結する方法が開発され、苗箱1箱単位の連続作業となった。苗紐の抗張力を強化するアイデアも加わって、植付け時の欠株も少くなり、作業精度と能率を高めた。この紐苗方式の田植機は、切断した苗を地表に落下させるだけで挿入装置を欠いていたので、「動力苗播機」と呼ばれて、昭和42(1967)年頃に発売された。

c. マット苗式田植機の開発：床土を敷いた30×60cmの育苗箱に密に散播し、本葉が3-4枚になると根が絡み合ってマット状に育つ。それをそのまま田植機の苗置き台に置く。台は左右に移動する間に1株ずつ切り取られ、クランク式の植付爪で強制的に植えられる機構である。昭和43(1968)年から市販され、1970年から本格的普及に入った。

この田植機の育苗から植付けまでの一連の作業システムは、極めて単純で、しかも育苗に要する労力や資材が少なく、大形育苗施設に利用しやすいことから、この時期以降の田植機はほとんどがこの方式を採用した。

d. ポット苗中苗田植機：その後、寒冷地での稚苗栽培イネは出穗期が遅れる傾向があり、その対策に1-2葉多い苗（中苗と呼ぶ）を用いる試みが行われた。これは稚苗育苗よりも育苗箱当たりの播種量を少なくし、植付け1株単位となるポット状空間を多数有する苗箱を利用して育苗し、中苗用田植機を用いて移植する栽培方式が、昭和50(1975)年頃に完成し普及した。

この方式は、稚苗用田植え方式で要求される集約的な代かき均平作業が、草丈が高いことから多少緩和され、また、二毛作地帯で裏作物収穫後の遅い時期の田植えに適することなどの理由で、寒冷地や二毛作地帯で普及した。

e. 田植機のその後の発展：その後も田植機の改良は進み、苗台が前部から後部に移って操作し易くなり、植付け機構にロータリ式が採用されて1.5倍ほど高速

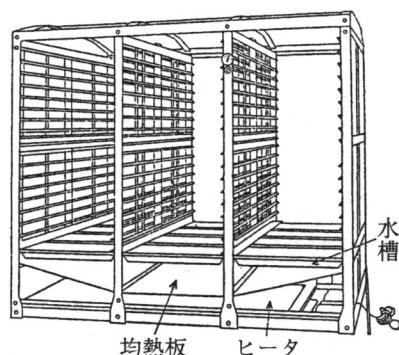


図4-15 育苗器（電熱式）

#### 4. 耕うん整地

運転が可能になり、各部の操作も自動化された。1980年以降それまでの1-2条植が4-6条の多条化、そして乗用化へと進んだ。昭和55(1980)年の水稻機械移植面積率は91%であったが、その8年後の1988年には95%までに増加した。

f. 稲作法の改良：従来の稻作では草丈20-30cmの熟苗が植えられたのに対し、13-15cmの稚苗を植付けるには、代かき後の田面の均平化、作業時の田面水の調節が十分に可能なことが基本的要件であった。また、稚苗移植は分けつが過剰になる傾向があり、有効茎歩合を低下させたり、後期の栄養の凋落、倒伏し易いことなど、従来の成苗と異なった栽培法が必要であった。そのため田植機を普及するに当たり、国及び県農業試験場挙げて、栽培上の問題点の解明と新しい栽培法の確立に向けて研究を重ねた。

本来、労働対象を変革して機械化を進めるには、他の諸作業をそのままでなく、品種や栽培上の個別技術を体系的なものとして変革していく必要があり、その体系的再編のための諸条件が整備されていくことが求

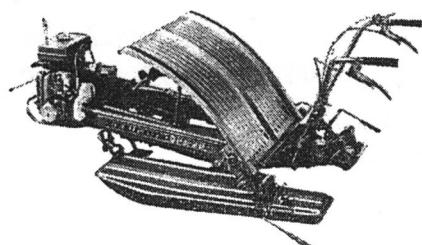


図 4-16 歩行形 2 条田植機

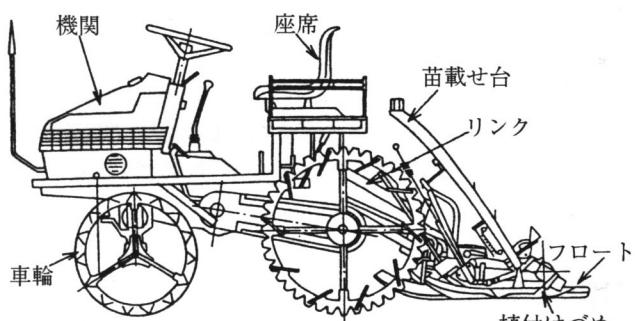


図 4-16\* 乗用形田植機（生物生産機械ハンドブック）

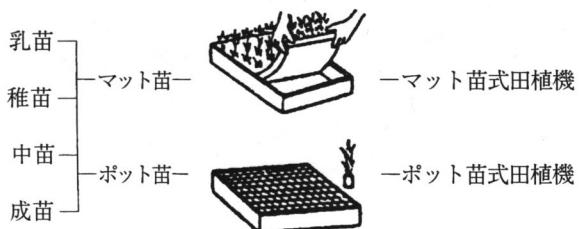


図 4-17 田植機の苗の種類

められる。とくに育苗、田植作業は稻作の出発点であり、この変革は日本の稻作体系に大きな変革をもたらすものであった。

#### 4.9 直播栽培とたこ足式播種器

我が国の稻作は、当初は直播栽培であったと推測されているが、移植栽培に変わった後も山間の谷地田や低湿地でその栽培が続けられてきた。戦後の土地改良や栽培技術の進歩とともに、現在ではほとんど消滅した状況にある。

明治中葉迄の寒冷な北海道では、移植栽培に見られる移植時の生育停滞がない湛水直播栽培が各地で行われていた。最初は手撒きの散播だったが、明治38(1905)年に黒田式たこ足直播器が考案されると急速に普及し、昭和10(1935)年頃まで広く使用された。

器体全体が軽量の亜鉛メッキ鉄板製で、8本2列の導種管が上部の種子箱から、丁度たこが足を伸ばした形で地上まで伸びて、16本同時に等間隔に播種する機構である。播種装置はかきならし式で、導種管の下端には中空の浮盤が2個付いていて、泥で管が塞がるのを防ぐ工夫がされている。婦人1人で、1日50-60a播種できた。

#### 4.10 中耕・除草・防除

##### 4.10.1 がんづめ（雁爪）

水田の除草は我が国では古く平安時代(8世紀末-12世紀末)にはすでにに行われていた記録がある。初めは

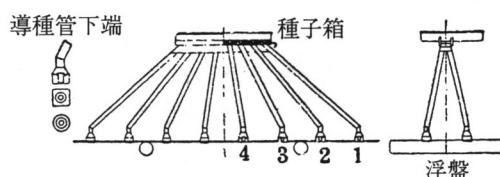


図 4-17-1 たこ足形水稻直播機（正面と側面）

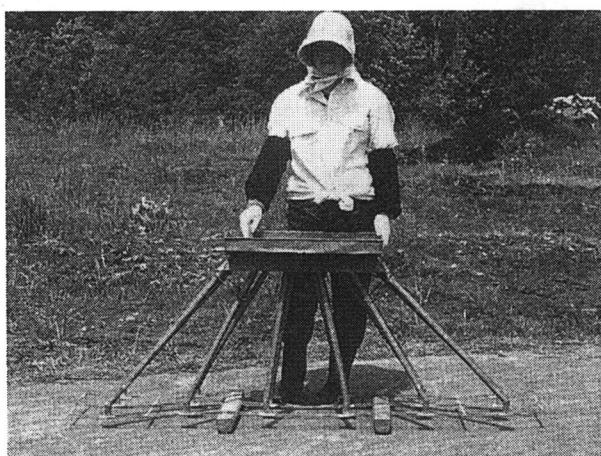


図 4-17-2 たこ足形直播器（原図：高屋武彦）

道具らしいものではなく、手で雑草をかきむしるだけの除草を行う時代が長年続いていたと思われる。

水田の除草専用農具の文献上の初見は、江戸時代の文政5(1822)年発行の「農具便利論」に記載された雁爪(がんづめ)と呼ぶ手農具である。その名は雁の爪に似ていることに由来する。この農書には次のように記載されている。

「この雁爪は一番草、二番草を取るのに専ら用い、稻株ごとの間に打ち込み、手前に土を返せば、草は土の中に埋め込まれる。また、稻の根を切るため、地上部の生育がよい。従って、根際を丹念に取るのがよい。大変能率が良いだけでなく、省力作業で、草は腐って肥料となるので水田によい。畿内、西国で昔から使わないところはない。他の地域でも使えばよい。」

この記載から、当時すでに水田除草は2回以上行われていて、雁爪はイネの初期生育段階の1番目、2番目の除草に使うよう奨められていたことが知れる。その理由が、早い時期の稻の根の切断はむしろ新根の発生を促し、生育を促進させると期待できること、土中に酸素を送って有機物の分解を進めるなどの中耕の効果を、篤農家はすでに認識したことなどが知られる。また、雁爪の使用が始まったのは西日本であり、16世紀から17世紀初め頃からではなかろうか。以来、それは昭和の初め頃まで使われていた。

当時の水田は半湿田も多く、肥料は生草、堆肥ないし魚粕などの有機質肥料が主体であったため、植付け後の湛水土壤は有機物の分解に伴って還元化し、イネの根を腐敗させる有機ガスの発生が多いであろうことは現時点から容易に推測できる。このことがその当時

すでに認識されて、それが農具の改良、使用法に反映していた事実は、極めて重要であると考えられる。

雁爪は、人間が片手で柄を持って作業するホークまたはレーキ状の農具である。刃先を尖らせた直径数mm、長さ12-15cmの丸鋼の爪は、最初は直線的で柄と刃先の角度はほぼ直角であったが、次第に内側に向かって緩やかに湾曲するようになり、明治初期には刃先は柄と平行に近いまでになった。爪は通常4本、地方により3、5

本を上部で接合し、そこに柄を付けた。

爪の全幅は13-15cmが一般で、最大17-18cmあった。最も普及していた柄の長さは短く10-12cmであるが、40cmほどの中柄付き、120cm以上の長柄付きの3種があった。

雁爪が全国的に普及するのは、明治になってからである。水田の乾田化、無床犁の抱持立犁による深耕を基幹とした明治農法の中に正条植が組み込まれ、雁爪による中耕除草が奨励されたことが、その全国的な普及に大きく影響した。

短い柄の雁爪は、ほふく姿勢で作業するので労苦が多く、1回に10a当たり2人もかかった。長柄付き雁爪は立姿勢で楽な作業になるが、粗雑な作業になりやすく、作業効果が劣った。

雁爪は、大正時代末期ないし遅くまで使ったところでは昭和初期頃まで使用していた地域があった。

#### 4.10.2 八反取り

明治11(1878)年、宮崎県で発明され、関西地方にかけて使われ出たのが「八反取り」と呼ばれた水田用除草器である。その後改良を重ねながら全国に普及し、大正時代にかけて使われた。初めの頃は木枠、柄はすべて木製、爪は竹製で、金属は一切使わなかった。その後、鉄材を使うようになって、性能も向上した。平鋼または竹で囲んだ舟形の枠に3-4列に横木を設け、各横木の底部に鉄板または棒鉄製の短い爪を植え、各爪はわずか斜め後ろに向いている。これをイネ株の間に押し引きして水田表土をかき回し除草する。本器は長い柄を有し、立ち姿で作業が連続してできる。従って、ほふく姿の雁爪の作業より疲労も少なく能率も高い利点があった。

夏の暑い日盛りの下で、ほふくした姿勢の手取りや雁爪での除草作業の苦しさから逃れようと、幕末頃から各地の農民は作業強度の小さい立ち姿で作業でき

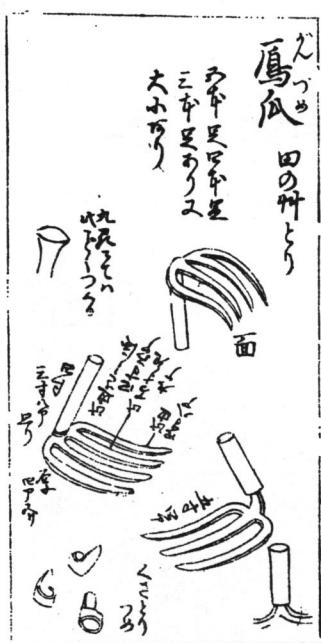


図4-18 江戸農書(1822)  
に書かれた雁爪  
がんづめ

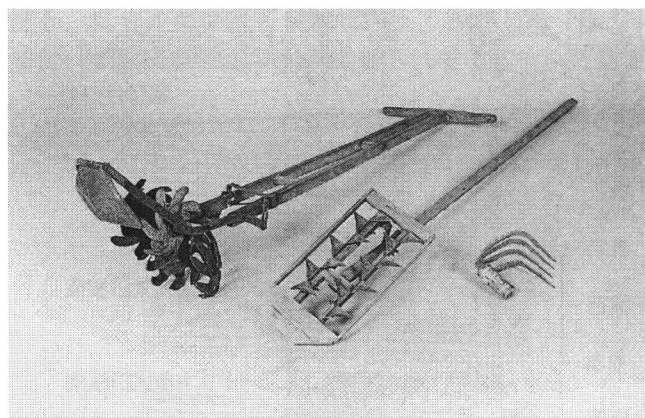


図4-19 水田除草具  
(右) 雁爪 (中) 八反取り (左) 太車  
たいちぐるま

#### 4. 耕うん整地

る、しかも能率の高い除草器の開発・改良に競い合っていたのであった。

雁爪は株間の土を深く反転させてるので、断根の悪影響の少ない生育初期の1番草、2番草の除草に用いた。これに対し八反取りは、地表の浅いところを攪拌して根の切断が少ないので、生育後期の3番草の除草に適するとされた。

枠幅は18-22cmで、30cm間隔の正常植に植えた水田に使用できた。2連にして2条の列を同時に除草するものや、鉄製爪を4列付けて除草作用を強くしたものなども使われた。

この除草器は農家の要望に応じてそれぞれの地の野鍛冶が作ったので、各種の形、構造、材料などを異にするものがあり、またそれぞれの場で種々改良が重ねられて、車付き回転中耕除草器が生まれるまでの長い間、各地で使われた。

##### 転車付き八反取り

八反取りの3列の固定爪のうちの最後列に、爪の代わりに転車を付け回転させ、中耕と除草を兼ねさせる構造である。表層土を固定爪でかき回して草を切り、浮き上がらせ、後方の転車で土を反転して埋め込もうとの考えを農具を作り上げたものである。中部以西で主に使用されたが、全国的には普及せず、その後の回転式水田中耕除草器に取って代られた。

#### 4.10.3 回転中耕除草器（太一車）

鳥取県に生まれ、稻作改良に尽くした中井太一郎が明治25（1892）年に考案した回転式の水田中耕除草器で、その名を取って太一車、または「田打ち車」と呼ばれた。中井太一郎の考案が優れていたのは、回転除草器に幾つかの重要な改良を加え、その後の水田中耕除草器として完成させるのに大きく貢献したことにある。その重要な改良点は

- (1) 爪車の周囲を囲む帶状の金具を取り付け、さらにその先端を尖らせることで、稻株が爪に絡まず、スムースな除草器進行のガイド役をするようになったこと。
- (2) 爪車の爪を半径方向に植付けるのではなく、回転方向後ろ向きに寝かせて植付けたことである。これによって、雑草の爪への引っかかりを防いだ。
- (3) 後部に羽根車を配し、爪車で起こした後の田面を均しに役立てたこと。
- (4) 当時稻株は整然と植えなければ、田打ち車は使えないといわれていた。たまたま明治農法の奨励普及拡大を目指した時期に当たり、無床犁による深耕、正常植えと組合せた新しい稻作の作業体系の中に、除草器が花形農具と位置づけられること。

中井は、除草器を用いるには稻の正常植が前提であるとして、植付けの基準となる田植え定規を考案し、広めた。横方向の太目の貫木に細木

を条間の間隔に平行に取り付け、それぞれの細木には株間の寸法に従い、赤いリボンが3箇所付けてある。貫木は水田区画の大小に応じて継ぎ足したり、分割したりできるように工夫されている。これらの詳細を農書に記述し、正条植の利点を挙げて、その普及を図った。

#### 4.10.4 水田中耕除草器

太一車の改造が進み、全国的に一時期を画して普及したのが回転中耕除草器である。大正時代から第二次世界大戦後の除草剤が使用されるまでの50年余の長い期間にわたって普及した。手かき-雁爪-八反取り-太一車と、水田除草の主役は進化変遷し、ようやく行き着いたのが回転中耕除草器であった。

普及したのは手押し形であったが、後に畜力用も一部で普及した。作用部は長方形の枠内に通常2個の転車（爪車）が前後して装備され、最前部に滑走板と呼んだ鋼板製のそり（櫂）が付いている。転車は六角柱の各面に数個の厚さ1.2mmの鋼板製爪が交互に食い違うように配列して取り付けられている。

前転車の爪は、先が細く尖って土中に食い込みやすくなっている、ここで表土を浅耕・反転除草し、後転車の爪は幅広で湾曲が鋭く、前転車で起こした土を反転・地均しする作用があって、両転車の組合せ作用で中耕除草が行われる構造であった。

泥土中の作業であり、転車の軸受装置は防水防塵のための二重メタル方式を採った。また滑走板の後部は上下移動ができるようにして、爪の土中への作用の深浅調節も可能なようになっている。柄と枠金とのなす角度を調節することも可能であり、作業者の身長に適した柄の高さと、爪の土中への深浅調節にも役立つような工夫もある。

枠金の外幅寸法は、稻の条間幅と関連し、概して稻株の生育に伴う広がり、除草器による損傷の恐れなどを考慮して、条間幅より6cm前後の狭い外幅の除草器を用いた。例えば30cmの条間幅の栽植田には、24cmの外幅の除草器が適するとされた。広く普及したのは一挺押しであったが、一部で二挺押しも使われた。除草器を押す力は一挺押しの場合14kg、二挺押しでは21-22kgで、作業工程は1日当たり20-30aであった。

第二次世界大戦後の除草剤の急速な普及で、昭和

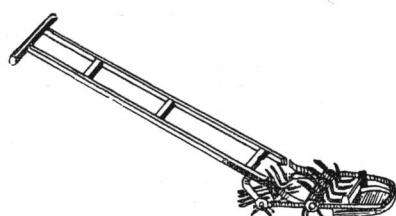


図4-20 水田中耕除草器

47（1972）年には中耕除草器の生産は中止されるまで衰退したが、これに代わって動力水田中耕除草機の生産が始まった。

#### 4. 10. 5 畜力用水田中耕除草器

大正10（1921）年、人力用中耕除草器を基礎に5条用の畜力機が初めて岡山県の民間人の発明で作られ、翌年から同県農業試験場、昭和3（1927）年になって、国の農業試験場でも研究に取り組んでその実用化を目指した。

馬が水田内を稻株を踏まずに歩くには、広幅の条間の馬道を必要とする。広すぎては稻の収量を落とすことになるし、狭すぎると稻を痛める。最初に試みられたのは36cmであったが、最終的には39cmが適当な馬道幅となった。馬道以外の条間は通常の条間幅で良いので27cmとし、5条用では27-27-39-27-27cmの条間幅の稻列を一組として、馬道の両側2条を合せて一行程で5条の中耕除草ができる除草器を開発した。

この5条用除草器は重すぎて使いにくかったので、両側はおののおの1条の27-39-27cmとする3条用が作られた。その後、さらに田植えの際も、除草の際も作業しやすいものとして、39-39-39cmの全条同幅の除草器が作られた。その際は条間幅が一様に広くなり、稻の収量への悪影響が考えられるので、株間幅を狭くすることで単位面積当たりの栽植数は減らさない栽培法が取られた。

以上のような畜力除草器の開発は、日中事変以来、労働力不足対策として農林省の奨励で進められた。その結果、昭和15（1940）年に13000台が普及し、第二次世界大戦後の昭和21（1946）年には36000台が普及した。

畜力除草器の利用は、家畜の調教とともに作業者の技能の向上も必要であり、多くの困難を伴うこととなり、広く普及するに至らなかった。

#### 4. 10. 6 動力中耕除草機

昭和30年代初め頃、小形トラクタで除草機をけん引するか、小形トラクタに除草用駆動車輪を装着する動力中耕除草機の開発があった。その生産は昭和46-47（1971-74）年に3000-5000台、昭和50（1975）年に10000台になり、その3年後の昭和53（1978）年には6万台に達した。

動力水田中耕除草機の利用は、当時広く行われるようになった生わら施用田における土壤の攪拌による水稻生育の促進や、落水後の地耐力の向上を狙ったものと思われる。動力除草機の利用は、除草剤の利用に伴う多年生雑草の増加とも関連しているといわれ、主に規模の大きい稻作農家に使われていることから、今後も増加するのではないかと考えられる。

#### 4. 10. 7 株間取り除草器

稻の栽植様式は栽培法と深く関連し、縦（条間）横（株間）同幅の正方形植、株間の狭い長方形植、極端な長方形植の並木植などが実施されていた。全国的に見ると、正方形植と長方形植がほぼ同割合、並木植はわずかだった。

正方形植の際は条間、株間ともに除草器を通すことができるが、長方形植では、同一除草器では条間のみで、株間除草は行えない。そこで昭和6（1931）年に三重県の農具製作所で株間取り除草器が発明されたがさほど普及しなかったものの、第二次大戦後の昭和31年ごろ一時期大いに普及した。L形のバネ綱の下部先端を上に折り曲げ、数本束ねて花形回転体を作る。鳥居形の二本の柄の先端部にそりを付け、その上にこの回転体をそれぞれが自由に回転できるように固定する。両者は、互いに接し合う距離にある。

生育後期の根張りも稈もしっかりした稻株を回転体の間に挟んで押すと、除草器は前進しながら、回転体はそれぞれ外側に回転し、株間の雑草を条間にかき出す。器体、押し出し力も軽く、軽便な除草器として製

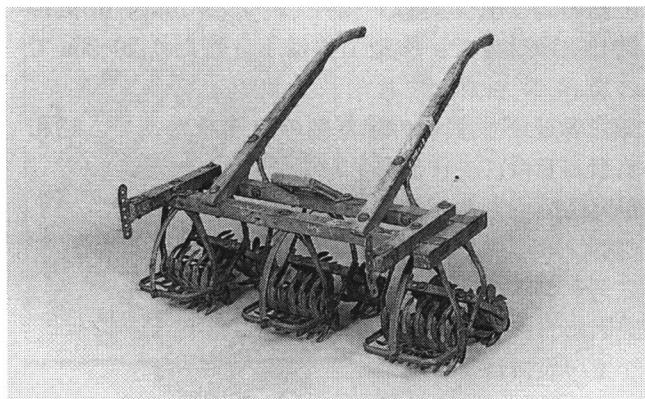


図 4-21 等幅3条畜力用水田除草器



図 4-22 株間取り除草器

作されていたが、全国的な普及を見ないうちに除草剤が普及する時代を迎えた。

#### 4. 10. 8 除草剤の利用で除草作業は一変

水稻栽培の管理作業の中で、除草作業は期間中最低3回行われて、多くの労力を要し、しかも真夏の炎天下での作業であることから、最も辛い作業としてその省力化が望まれてきた。官民の協力して取り組んだ改良の成果が、ほふく形の作業を立ち姿での作業に変え、さらに回転式除草機の開発で作業強度を減らし、作業能率を上げる研究成果につながった。人畜力共に利用が困難な、畜力除草機の開発にも取り組んだ。1960年代初頭から除草剤が導入され、除草作業は一変し、田植え前後に1回の除草剤散布だけという水田作業方式が一般化した。

その後、除草は除草剤で済ませることができても中耕は必要だという意見、除草剤の使用を避ける有機栽培、無農薬栽培などの際に除草機が必要となり、小形エンジンを搭載した機械除草機が作られて利用されたり、アイガモの放飼などによる生物的防除法も試みられた。

#### 4. 10. 9 防除機

##### (1) 神頼みの病虫害防除

かつて日本の農民を最も苦しめたものの一つは、害虫の被害だった。日本には「ウンカのごとき大群」という言葉があるほどに、イネの害虫であるウンカの大発生は時として飢饉を招いた。農薬のない時代のこと、人間にはなんの防ぐ手段もなかった。各地に害虫の駆除、つまり虫除けを祈願する祭礼が生まれた。村中の人々が総出で行列をつくり、鉦や太鼓を打ち鳴らし、手に手にタイムツをかざして呪文を唱えながら田の中の道を歩いた。これが果たして効果があったかは疑わざるを得ないが、虫の被害を免れようと願った農民の心は理解することができる。

##### (2) 誘蛾灯

虫送りの行事に由来して水田に灯をともし、虫を誘って死滅させる方法が始まった。享保年間（1716-1735）にタイムツが、天保年間（1830-1843）にかがり火が灯され、明治時代になってから石油燈、そしてアセチレン燈が使われた。

誘蛾灯としての白熱電灯は明治44（1911）年に始められ、大正期（1913-1926）を通じて普及した。その後、光の波長の研究が進み、青色蛍光灯の波長がニカメイチュウの趨光性に合致することが分かり、とくに第二次世界大戦後の農薬による防除法が確立されるまでの間、全国各地の水田に灯された。

##### (3) 注油法の発見

江戸時代の半ば（18世紀）にウンカに対し有効な駆除法が発見された。ウンカが発生した水田の中に多量の油を流し、ウンカをふるい落として田面の油膜に触れさせて死なせるものである。この方法は確実な効果が期待できる代わりに、多量の油の費用がかさむ。油商人の宣伝もあって、全国的に広められた。

##### (4) 農薬の剤形と散布機の変遷

第二次世界大戦以前の防除機で散布する農薬の剤形は噴霧器に用いる液剤だけであったが、戦後の昭和20年代、アメリカ占領下で輸入した粉剤は、散粉機の輸入と国内生産をもたらした。高度経済成長の農業基本法に基づく選択的拡大により、施設園芸用に適する背負形ミスト機、同じミスト装置で高能率のスピーディスプレーヤが主に果樹園用として開発された。さらに、昭和40（1965以降）年代に入り、農薬の強毒性のみならず作物や土壤への残留性や、水質汚濁性、生物濃縮性が社会問題となり、危険農薬の製造、使用停止という事態が発生し、剤型はドリフト（農薬飛散）の少ない粒剤ないし微粒剤が、散粉装置を改造した散粒装置の開発を促すことになった。昭和33（1958）年に実用化され、以後広面積で行われたヘリコプタ航空散布においても、ドリフト対策として液剤原液の微量散布法、粉剤と粒剤の中間に分布する微粒散布剤が開発されて使われた。

##### (5) 噴霧器

日本に初めて輸入された防除器は人力用の噴霧器で、明治22（1889）年であった。横浜植木株式会社の手でアメリカのデミング社の製品が輸入され、明治30（1897）年以降になって国産化されるようになった。当時の防除は液剤の噴霧器に限られ、肩掛け式の半自動、背負形全自動などの噴霧器が主に園芸作物の防除に使われた。水稻用農薬で普及した殺虫剤はなかったため、水田で噴霧器が使われることは極めて少なかつたのである。

動力噴霧機は、大正13（1924）年に外国製が初めて輸入され、昭和3（1928）年頃から国産機も生産されるようになった。動力用は現在のように移動式ではなく、定置式で主として果樹園で使われた。移動用として各種作物の防除作業に使用されるようになったのは、ずっと後年の昭和9（1934）年以降であった。

昭和10（1935以降）年代に入ると、戦争による労働力と物資の不足は深刻になり、防除の実施は困難になった。昭和16（1941）年に「病害虫の発生予察および早期発見に関する事業」がスタートしたが、戦天下で実施できずに終戦を迎えた。

戦後食糧増産が最大課題となり、その中で病害虫防除は不可欠の事業となった。そのための植物防疫法が制定され、全国的な病害虫防除組織が整備された。食

糧生産が緊急課題であった昭和 20（1945 以降）年代のメイチュウに対する防除では、政府主導のもとで大きな成果を上げ、その後の病害虫防除態勢の基礎を築いた。

昭和 30（1955 以降）年代には、大形区画化された水田の畦畔から散布を行う幅広散布用噴管や、畦畔走行形動力噴霧機が開発され、集団防除に高性能を發揮するようになった。

新たな液剤散布機として昭和 28（1953）年に共立農機からミスト機が開発され、その後各種のミスト機が次々発明された。粒子が噴霧器より細かいため作物体への付着は良いが、到達性が悪い欠点をもつ。そこで風力を利用して大きな速度を与え、薬液量は減らして散布効果を上げるものとして、ダスターの風力利用を考え、ダスター、ミスト兼用機として開発した。

ミスト装置を備えた主に果樹園用の大形ミスト機のスピードスプレーヤは、昭和 28（1953）年に共立農機がトラクタけん引形として開発し、その後他社も参入し、日本の条件に適う搭載形、さらに自走形へと改良された。

#### （6）散粉機（ダスター）

昭和 23（1948）年に多発したウンカ類の防除に使用することとなったアメリカ輸入の DDT 粉剤や BHC 粉剤を契機に、粉剤に対する要望が高まり、新有機農薬の開発と相まって水田の防除は散粉機が主役となる時代に入った。

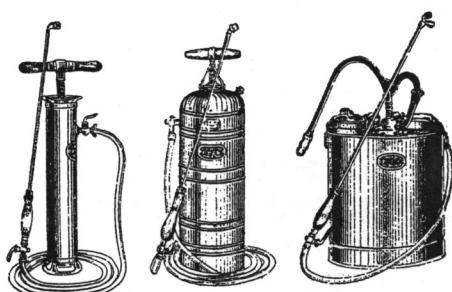


図 4-23 人力用噴霧器

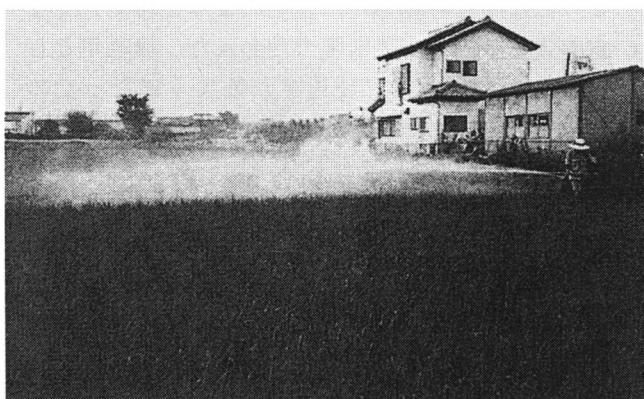


図 4-24 幅広散布用噴霧管による水稻の畦畔散布

その始まりは戦後間もないアメリカの占領下の頃、公衆衛星用や農業用として生産された手回し散粉器である。続いて背負形動力散粉機が、さらにミスト装置との兼用形が共立農機によって考案・生産された。昭和 32（1957）年ごろには、20-30m のポリエチレン製のホースに多くの穴を開けた多穴ホース噴頭（パイプダスター）を背負形動力噴霧機に装着して、水田に入ることなく畦畔から粉剤や粒剤を散布する技術も確立された。その後も 100m の長多穴ホース粉頭を装着して水田に粉剤や粒剤を能率的に散布することも行われ、散粉機は水田防除の主役の座を占めるに至った。

#### （7）環境に配慮した散布装置の開発

しかし、昭和 40（1965 以降）年代になると、粉剤のドリフト（漂流飛散）による環境への影響が問題となり、昭和 45（1970）年以降その使用は急減した。その後ドリフトの少ない微粒剤、DL(Drift Less) 粉剤が開発された。これは粒剤散布機の改良と相まって、昭和 50（1975）年以降、粉剤に代わる役割を果たすことになった。

#### 引用文献

1. 飯沼二郎・堀尾尚志：農具、法政大学出版局、東京、Pp.206、1976
2. Claude Culpin: Farm Machinery, Granada, London, Pp. 450, 1981

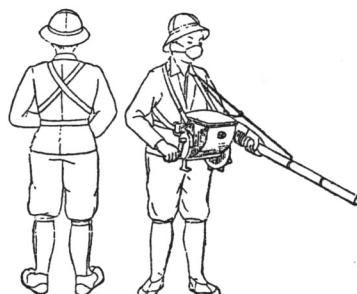


図 4-25 人力用散粉器

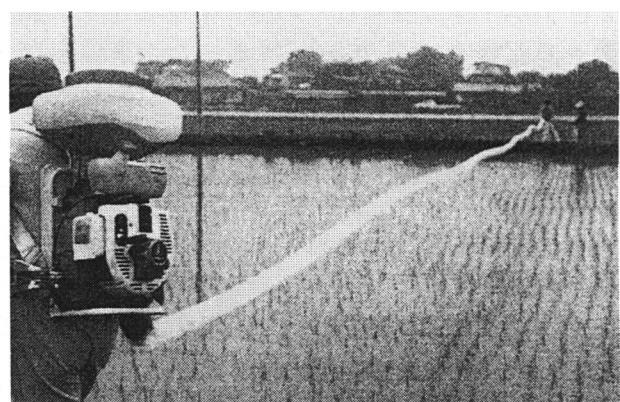


図 4-26 多口ホース噴頭による散布

#### 4. 耕うん整地

3. 大日本農会編：日本の鎌・鋤・犁、農政調査委員会、東京、  
Pp.875, 1979
4. 波多野忠雄：現代稻作の技術構造－田植えの機械化を視  
点として、農林統計協会、東京、Pp.199、1985
5. 二瓶貞一：農機具今昔ものがたり、近代農業社、東京、  
Pp.303、1972
6. 農林水産技術会議事務局：写真でみる農具民具、農林統  
計協会、東京、Pp.330、1988
7. 佐藤次郎：鋤と農鍛冶、クオリ、埼玉、Pp.278、1979
8. 下田博之：畜力農機具発達史、明誠企画（株）、東京、  
Pp.184、1995
9. 下田博之：農業機械の歴史的展開過程、P.130-142、産業  
技術の歴史的展開調査研究、東京、日本科学技術振興財  
団、1984
10. 昭和農業技術発達史編纂委員会：昭和農業技術発達史 2  
水田作編、農林水産技術情報協会、東京、Pp.490、1993
11. 武井 昭：日本稻作の技術的性格、明文書房、東京、  
Pp.195、1984
12. 和田一雄：耕耘機誕生、富民協会、東京、Pp.238、1979

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

### 5. 1 伝統的な技術（手刈りをしていた時代）－古代から明治維新まで－

#### 5. 1. 1 鉄鎌が使われる前の穂摘みと米の流通形態

鉄鎌が使われるようになる以前には、おそらく石包丁（図5-1）を使って穂をひとつひとつ摘み取っていたようである。穂はそのすこし下から切り取られ、穂束にされる。この穂束のまま圃場から運ばれ、そのまま貯蔵され、取引にも使われたと考えられる。つまり、米は穂束の形で流通していたわけである。

穂束は、消費する直前にばらばらにされ、搗臼で搗いて脱穀・粉摺り・精白の過程が同時に進められた。

稻搗けば　かゝる吾(あ)が手を　今宵もか

殿の若子(わくご)が　取りてなげかむ　(万葉集　巻14・東歌)

精白といつても、できた「米」は現在の白米にはほど遠く、ほとんど分搗き米（ぶづきまい＝3分搗き、半搗き、7分搗きなど）だったろう。

7世紀半ばの大化改新では、税額について穂束を何束何把というように規定している。このようにして穂束のまま取り扱われたということは、当時からすでに脱粒困難な日本種の稻が栽培されていたことを示している。もし脱粒容易なインド種の稻を穂束のままあちこち移動したり貯蔵したりすれば、そのあいだに粉はことごとく落ちて失われてしまう。

穂摘みの時代には原則として穂束として納稅されていたが、穂束と一緒に「米」によって納められる部分もあった。これはすぐ使用される分については「米」で納めさせ、貯蔵しておく分は穂束で納めさせたものと解される。後述のように、「米」で長く保存することは困難だから。

ここで「米」というのは上述のように稻穂を臼で搗いたものであり、玄米とそれが部分的に精白された米との混合物であり、粉もたぶん混じていただろう。



図5-1 石包丁とその使い方の想像図

後述のジャワで手搗きされていた「米」と同様なものと推定される。

インドネシア・ジャワ島では、1960年代まで脱粒難の在来種、すなわち熱帶型日本種の稻が栽培されていた。その収穫にはアニアニと称する穂摘み用具を用いて穂摘みをし、穂束をつくり、それをそのまま移動・貯蔵・流通させていた。日本のむかしの石包丁もアニアニと同じようにして使われたのではなかろうか。日本でも株刈り用の鎌が現れる前に穂刈り用の鉄製の爪鎌が使われていたこともある。なおインドシナ半島ではアニアニとは別の形の穂摘み用鉄鎌が使われていた。

つい最近まで行われていたジャワ島の穂摘みの状況を参考にすることによって日本が鎌による根刈りを始める前の状況を類推することができるだろうから、以下にその様子を略述する。

アニアニは利き手にもち、その手の指で1、2本の穂を搔き寄せて刃に当てて切り取る（図5-2）。摘み取った穂を他方の手に持ちかえて揃え、それが一定量になると穂束を作って、背負った籠に入れる。

穂摘み人（オラン・アニアニ）には同村内の誰でもがなることができ、

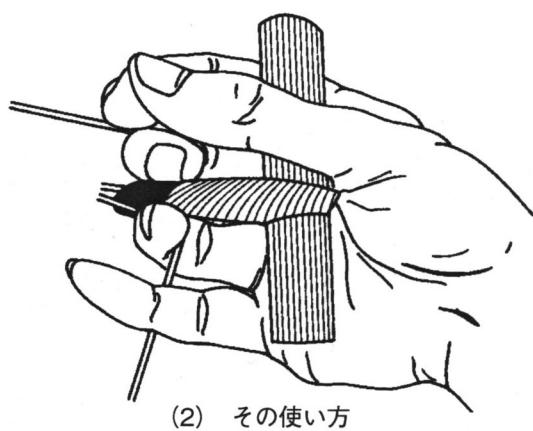
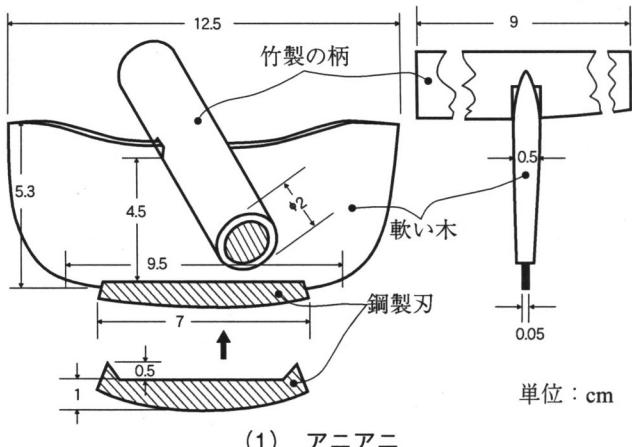


図5-2 アニアニとその使い方

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

自分の摘み取った穂束のうち一定割合（1/10から1/6が多い）を報酬として受け取る。

刈り取り予定の田には不特定多数の村人が群がり、穂摘みはあつという間に終わるが、これは共同作業であると同時に伝統的な相互扶助の形式でもある。穂摘みであるからといって登熟した穂だけを選んで摘むのではなくすべて摘み取るのだが、作業者は出来高相応の配分を得るから、小さな穂を無視したり踏み倒したりすることなどあまり気にしないで、取りやすい穂を選んでとて自分の収穫を大きくすることに専念する。したがって収穫時の損失は大きく、農家は賃労働者を雇ってやらせたいのだが、伝統的な共同体の習慣からそれをすることができない。

作業者に分配した残りの穂束は、田の持ち主が天秤棒に通して圃場から自宅の庭先まで持ちかえる。この穂束を地面に並べて乾燥し、その後屋内に積み上げて保存し、必要に応じて穂束のまま販売するかあるいは自家消費にあてる。

この穂束を買い取った精米業者は、穂束のまま貯蔵あるいは再乾燥し、精米する直前に鉈で穂束の結び目を切り落として穂をばらばらにし、精米装置の一部である投げ込み式動力脱穀機に投入する。当時、脱穀機とは精米所で使う機械であるというのが常識だった。このように、穂束の扱いには容器はいっさい不要である。

自家消費用とする場合は、束をほぐして臼で搗いて脱穀・粉摺り・精白をする。穂を搗く臼はいわゆる横臼で、太い丸太をくりぬいた丸木舟のような臼である。これに穂をいれて数人で縦杵を使って搗く。横臼の一端には別に丸い臼が掘られており、横臼である程度搗いて藁と分離された粉・玄米の混合粒をこれにいれてさらに搗く。他の石臼で搗くこともある。作業者はたいてい女性であり、賃作業であることが多い。

こうして搗いた「白米」が農村の小売店で売られていることもあるが、玄米と糠切れの悪い半搗き米との混合粒で粉も多少混じっており、商業精米所から来た均一で真っ白な白米とは極端な対照をなしている。

1970年代になって国際稲作研究所（IRRI）の開発したインド種の高収量品種（HYV）が導入され、スハルト政権が国策としてこれを半強制的に植えさせるようになった。新品種は分蘖（ぶんけつ）の多い易脱粒性だから、穂摘みから鎌による根刈りに変わり、刈り取り直後に圃場で叩きつけ脱穀をするようになった。こうした鎌による刈り取りを契機として、村人の収穫作業への参加自由という伝統的習慣が崩れてきた。

鎌による根刈りは在来の穂摘みにくらべて驚異的に能率が上がるが、これは村人の収穫参加の機会を奪い、相互扶助の習慣を破壊し経済的不平等を助長するとして、稻刈り鎌（sabit）使用禁止論がでたことがある。

稻刈り鎌による根刈りが普及すると、まだ残存している在来種の稻に対しても根刈りを始めた。だが、在来種は叩きつけによる脱穀はできない。だから、刈り取った稻からさらにその穂だけを切り取って穂束をつくる。この方が穂をひとつづつ摘むよりずっと能率的である。そしてこの穂を從来通り臼と杵とで脱穀・粉摺り・精白をする。

日本では、6-8世紀が穂摘みから鎌による根刈りへの移行期で9世紀ごろにはすでに鎌による根刈りがかなり普及したと見られるが、そのあとでもおそらく最初のうちは、ジャワ島で在来種に対しても同様に、根刈りした稻からさらに穂だけを切り取って穂束として乾燥・貯蔵し、必要に応じて脱穀・粉摺りをしてい

たものと想像される。

なぜかというと、脱穀と粉摺りが「引き続いた一連の作業」だと当時の文書に記されていることが多く、その作業の時期が刈り取りの翌年という例があるからである。長い藁つきのまま長期間保存するとは考えられないから、穂束として貯蔵したのではないか。臼で搗く以外の脱穀法、すなわち「こ（扱）ぐ」脱穀法が普及したあとになってから、刈り取った稻を長い藁つきのまま乾燥し、それを「こいで」脱穀するようになつたものと考えられる。

つまり、鎌による根刈りが始まったとしても、すぐに穂束扱いがなくなったわけではなかろう。次に述べるように、当時は「こぐ」脱穀にしても非能率で極めて大きな労力がかかったから、しばらくは在来通り搗き臼による脱穀・粉摺り・精白が続いていると想像される。すなわち、穂摘みから根刈りへの移行と同時に穂束流通から粉流通に変わったとは考えにくい。

ただし、後述のように、少数栽培されていたインド種の稻は容易に脱穀できるから、刈り取ったその場で叩きつけて脱穀し、粉としただろう。

### 5.1.2 鎌による根刈り

稻の刈り取りは、9-10世紀ごろに鉄製の農具が広く普及し始めて以来、20世紀の半ばに至るまで、およそ1000年以上にわたってもっぱら鎌による手刈りによって行われてきた。

鎌はほとんど野鍛冶によって手作りで鍛造されたが、刀鍛冶から技術を学んだことも多いようである。

日本の鎌は地金（軟鉄）に鋼を鍛接して刃としているから、最近のプレスで大量生産された全鋼製の鎌などよりも研ぐのが容易である。草刈り鎌や稻刈り鎌は、地金に鋼を片側から鍛接した片刃だが、鉈鎌（灌木を切り払ったり枝などを切る刃が厚くて頑丈な鎌）は割り込み鋼で片刃も両刃もある。鎌は20世紀になってからは工場で量産されるようになった。

その用途によって鎌はいろいろな形をしている。鉈鎌は厚く丈夫だし、草刈り専用のものは刃が薄い。地域によってさまざまな形の鎌が使われた。払い刈り用の鎌は大きいが、掴み刈り用の鎌は小さく軽い。日本の農民にとって鎌は鍬とともに最も基本的な農具であり、どこへ行くにも鎌を携えていくことが多かつた。野獣にたいする護身用でもあった。

日本では稻刈りは結束を前提にしているから、草刈り鎌でなぎ倒すようなことはできない。稻の株を左手でつかんで右手に持った鎌を稻の株の根本に当て引き切る。払い刈りではなく掴み刈りである。稻や麦の刈り取り用に使う鎌は、小形で軽くて刃も薄い。刃渡りは21-24cm程度である。払い刈り用の草刈鎌も、使っ

て何度も研いでいるうちにだんだん小さくなると、稻・麦刈り用に使われるようになる。

日本では古くから田植栽培が普及していて株刈りが圧倒的であったから、直播した田や散播した麦などの刈り取りに適するような、中近東や欧州でみられる長くて湾曲した三日月型の鎌は知られていない。

その後20世紀になってから稻・麦の刈り取り用に鋸刃の鎌が現れた。これは株の根本に刃の基部をあてて刃先のほうへ滑らすようにして切るから、柄と刃とのなす角度が極端に大きい。直刃のように研ぐ必要もなく、また危険性も少ない。従来の直刃の鎌に比べて使うのも楽で能率が上がる。

鋸刃は目立てすることもあったようだが、たいていは使い捨てだった。すなわち、鋸刃の普及は鉄製品が安く買えるようになった状況の産物だろう。

日本種では、たいていの場合、刈り取った稻を結束する。日本で栽培されている稻は古くから日本種であって脱粒性がきわめて悪い。したがって脱穀する前に藁つきのままよく乾燥する必要があり、そのために刈り取った稻を小束に結束しておくのが便利である。だから日本での稻の刈取りは、ふつう、その直後に結束することを前提にしている。

これに対して、インド種の稻の場合は脱粒性がよいから、刈り取り直後、未乾燥のまま脱穀できるので必ずしも結束する必要はない。ばらばらのまま家畜に踏ませたり、棒や穀棹で叩いたり、脱穀機にそのまま投入したりして脱穀できる（だが藁をもって叩きつけ脱穀をする場合には結束しておいた方が便利）。

したがって、作業の順序としては、インド種を栽培している多くの地域では、刈り取り - 結束するときもしないときもある - 脱穀 - 精粒の乾燥

という順序になるが、日本では

刈り取り - 結束 - 稲束のまま乾燥 - 脱穀

という順序になる。日本でも脱穀後に粒を追加的に乾燥することはあるが、主たる乾燥過程は稻束のまま乾燥するときにすでに終わっている。

ふつう日本では、鎌で刈り取る部位は地面から数cm上の根本だが、田面が排水不良でぬかるんでいたり水が溜まっていたりする場合には、それよりも上から刈る（中刈り・高刈り）こともある。これは刈り取った稲を地面に置くと濡れるので、その刈り株の上に置くためである。だがそうした状況でない場合は、脱穀の便宜と藁の利用とのため、必ず根本から刈る習慣がある。よく他国でみられるような高刈りは日本では例外的にしか見られない。あとで述べるように、日本では脱穀は藁をもって「こぐ」必要があるし、さらに稻藁は大切な副産物なのだから。

稻刈りは田植えとともに稲栽培作業のうちもっとも労力を要する作業であり、しかも時期が決まっているから、「ゆい」などと称される労力の相互提供・交換の共同作業によることが多かった。

### 5. 1. 3 結束と乾燥

刈り取った稻はその場で2つかみ程度の大きさの小束に結束される。結束にはあらかじめ用意した乾燥稻藁を使うこともあるが、多くは「ともわら」と称して刈り取った稻のうちの数本を使う。「ともわら」の穂は少し位置が下になるが、他の穂と同様に脱穀される。

刈り取り専門の者とその後からついていく結束専門の者とが共同作業をすることもあるが、たいていは刈り取った者がひと束分刈り取ることに結束する。

稻藁が結束に使われるのは、日本種の稻藁がインド種のそれのように脆くないからである。インド種栽培地域では、稻束を結束する場合にはジュート、麻その他、稻藁以外の纖維をあらかじめ用意している。

結束した稲束は、根刈り開始の初期にはもっぱら地面において乾燥させたが、9世紀ごろから架干しが奨励されるようになった。架干しには、地域によって、図示したようないくつかのやり方がある（図5-3）。田面がよく乾燥していて降雨の少ない地域では、地干しすることもある。

刈り束での乾燥では、大部分の穂は日陰になっていて直射日光にはあたらないから、藁の乾燥に伴って徐々に穀粒の水分が低下していく。したがって穀粒を日光にさらして乾燥するときに比べるとはるかにゆっくりとした乾燥過程になる。また乾燥の途中で短時間降雨にあっても、全部の穂が急激に濡らされるということは少ない。

日本種の米は急激な乾燥・吸湿によって米粒の亀裂（「胴割れ」と呼ぶ）を生じやすい（これに比べてインド種では胴割れしにくい）。だから、こうした刈り束での乾燥は米の品質を保全するという目的には叶って

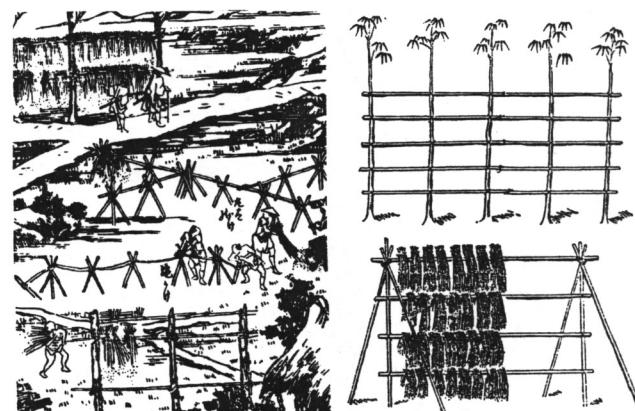


図 5-3 稲架のいろいろ

いる。しかし刈り取った稲を結束し、それを架干しするという労力は刈り取り作業以上に大きい。それで脱穀しにくい日本種稻でも乾燥せずに脱穀する（生脱穀（なまだっこく）する）ことはできないものかと種々試みられたがなかなかうまくいかず、結局20世紀後半になって生脱穀を支障なくできる脱穀機があらわれ、それを搭載したコンバイン収穫が始まるまで、稻束を圃場で乾燥するという慣習は延々と続いた。

#### 5.1.4 脱穀

前述のように、穗摘みをしていた時代には穗を臼で搗いて脱穀・粉摺り・（部分的）精白を同時にしていたのだが、根刈りするようになると独立した脱穀作業が求められるようになる。せっかく根刈りという能率的な刈り取り法を導入したのに、それからさらに穗束をつくるというのは二度手間であり、煩わしいからである。

しかし日本種の稻はインド種のように穗を叩きつけたり穗を棒で叩いたりしてもなかなか脱穀できない。「こぐ」脱穀、すなわち穗をしごいて粉粒をむしりとらなければならない。こうした日本種の難脱粒性が一方では圃場における穀粒損失を少なくし、また穗束での取り扱いを可能にしたのであるが、他方では脱穀作業を困難なものにしてきたのである。

それで、脱穀には「扱ぎ箸」（こぎはし）あるいは「こいはし」（または、「こばし」）が使われていた（図5-4）。

これは2本の竹あるいは木の棒の一端を縛り、そのあいだに数本の稻穂を挟み、棒の他端を握って抑え、穂を引き抜くことによって粉粒をこぎ落とすという原理のものである。こうした簡単な道具は、その使い方次第で能率に極端な差があるが、いくら作業に熟練してもずいぶん非能率なものであることは容易に想像できよう。18世紀中葉になっても、稻作労働のうち実に2割が脱穀作業に費やされたという記載があり、耕起や田植えなどよりも脱穀の方によけいに労力を要している。

この状況を大幅に変革したのが18世紀初頭に現れた「千歯」あるいは「千歯こぎ」（図5-5）であり、この農具はその世紀の末ごろまでにはひろく使われるようになった。

これは木の板に先端が尖った鉄製の「こぎ歯」数十本を櫛状をなすように平行に取り付けたもので、歯と歯のあいだは僅かに隙間があいており、稻の穂は通らないが藁は通るようになっている。この櫛状の歯列が斜め上方向を向くように台に取り付けられている。これに乾燥した稻の束をひろげて打ちかけ、藁を持って引き抜くことによって穂から粉がこぎ落とされる。歯と歯の間隔は上では狭く根本に近づくにつれてやや広

くなっている。歯のあいだに挟まった粉粒が次にくる藁で下に落ちるようになっている。

千歯は、稻の脱穀に使われる以前にも麦の脱穀に使われていたが、それは竹製の歯であり、稻をこぐと歯がたちまち摩耗するので稻用には使われなかった。鉄歯の千歯が現れて稻にも使われるようになつたのである。千歯によって脱穀の能率はこれまでの扱ぎ箸の3倍ないし10倍になったと云われる。

扱ぎ箸が使われていた時代には、脱穀作業は雇用労働によることが多かったのだが、千歯が現れるとその必要が減じ賃労働の職を奪うことになったので、当時、千歯を指して「後家倒し」と呼んだ。だが17世紀末から18世紀初めにかけては労働力不足が甚だしく、労賃も急騰していたのである。このころ、稻の収穫後に裏作の麦や野菜を作ることが広まっていたから、収穫期には労働が集中していた。そうした社会的条件が稻用千歯の発明と普及を促したのであろう。

その後、歯の材料を吟味して弾性をつけ摩耗に強くする、数本の歯を一体化する、歯のあいだに挟まる塵芥を防ぐ装置をつける、歯の配列を湾曲にしたり扇形にする、など種々の改良が加えられ、20世紀の初め



図5-4 こぎ箸とその使い方

に足踏み脱穀機が現れるまで千歯は100年以上も使われ続けた。

なお日本でも一部地域にはインド種の稻が栽培されていたが、これは麦類・蕎麦・豆などと同様に、穂を叩きつける脱穀台や穀棹などで容易に脱穀することができた。しかし世界の多くのインド種稻栽培地域でおこなわれているような家畜や家畜の牽く櫓などの踏圧による脱穀法は、日本ではあまり知られていない。

### 5.1.5 日本の農民が粉摺りをするということは

日本の稻作農民にとって脱穀の次の作業は粉摺りである。粉摺りをして玄米にしなければ販売できない(図5-6)。

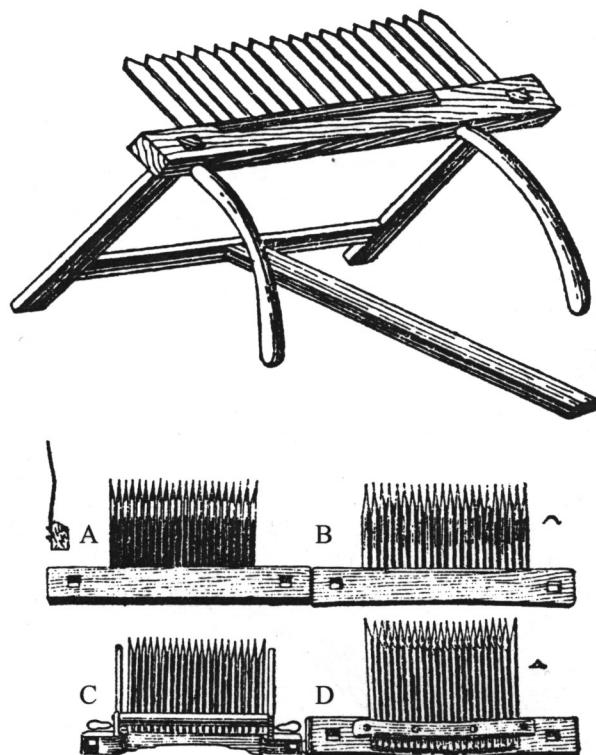


図5-5 千歯とその使い方

こう云うと、外国の読者には奇異の念を与えるに違いない。なぜなら、日本以外の国の稻作農民にとっては自分で粉摺りをするなどというのは考えられないことだから。

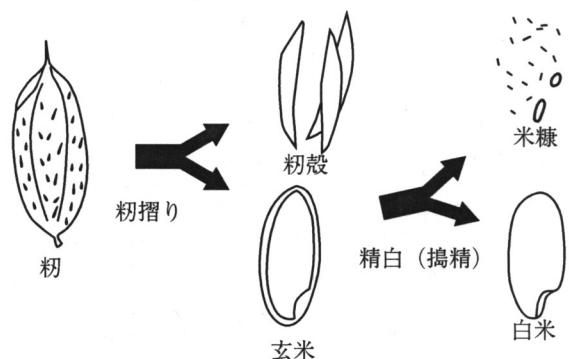
日本以外の国では、農民は粉（未乾燥あるいは乾燥済みの）を、精米業者あるいは集荷業者等に販売して生計を立てる。自家消費用の米は、貯蔵しておいた粉を精米業者のところにもっていき、粉摺り・精米してもらう。あるいは粉は全部売り払い、自家用の米は購入する。例外的に、農民が粉を精米業者などに委託して精米してから白米で売る場合もあるが、農民が自分で販売用に粉摺り（や精米）をすることはない。つまり、世界的には、米の流通形態は「粉流通」（農民と業者等のあいだ）と「白米流通」（業者と消費者のあいだ）である。玄米などというものがあることを一般の人々は知りもしない。

だから外国人は、「日本でも搗臼によらない『こぐ』脱穀をするようになったら農民が粉粒を生産できるようになつたのだから、粉を販売すればよいではないか」と思うのが当然であろう。粉摺りとそれ以後の作業は、世界のどこでも農民の仕事ではないのだから。

ところが、日本ではだいたい16世紀ごろから、米は大半玄米として流通するようになった。17世紀初頭から明治維新（1868）に至るまでは、大名の領地の大きさはその生産する玄米の石高で、農地の大きさや税金や武士の給与の額などもそれぞれ玄米の量で、表示されたのであり、玄米の量が万物の価値の基準とされた。

米作農民はその農地面積と単位面積あたり収穫高によって玄米で納める税額が決められ、米以外の作物をつくる場合にも玄米による税が課された。米を作らない畠作農民にも玄米の量で課税額が表示され、農民以外の獵師・漁師・商工業者にも玄米で課税された。米を作らぬひとたちはそのときの玄米の市中相場に基づいて金納した。

したがって日本の稻作農民は玄米を生産することが当たり前だったのである。しかもその玄米は農家の手



を離れるときには、一定の規格・容量の俵に詰めた「俵装玄米」とされ、「俵单位」で小作料として地主に、税として領主や政府に、商品として業者に、引き渡すのである。つまり、日本は他のすべての国と違って、「玄米流通」が広く行き渡っている国だったのである。農家がそのまま商品として流通する俵装玄米を生産するのである。

最初のころは玄米を入れる米俵の大きさも地域によってまちまちだったが、その後1俵は4斗（1斗は18リットルだから4斗は72リットル）に統一され、それは最近になって重量60kgと改められたが、現在でも依然として玄米取引の単位となっている。

### 5.1.6 玄米生産による農民の変化

農家がそのまま商品となる玄米を生産するということは、その数量とともに品質が評価されるということである。玄米は粒とちがって一見してその品質がわかるから、上中下、あるいは1等、2等・・・などと格付けされて、品質ごとにその価格あるいは交換の比率が異なる。

したがって限られた耕地しか持たない農民は、その収入をふやすために自然と玄米の品質を維持し高めるように努力することになる。

そのためには単に粒摺りをして玄米をつくるだけではなく、その過程およびそれまでの過程において胴割れ米（亀裂のはいった米）、胴擦れ米（玄米表皮に擦り傷のある米）、碎米、被害粒や着色粒（虫や黴に侵された米）、未熟米、異種穀粒、などをできるだけ減らすような工夫をしなければならない。

だから玄米流通が主流となって以後の農民は、収穫後処理の過程で玄米の品質を維持することに敏感になっただけではなく、その関心が栽培過程の技術的改善にもフィードバックされるようになった。たとえば自分の作り出した玄米を見て、未熟米が多ければ刈り取り適期や施肥などについて、胴割れ米があれば乾燥の方法について、虫害粒があれば害虫防除について、異種穀粒が混在していれば容器や取扱法などについて、等々反省することになる。

穀や穂束での取引の場合にもみかけ比重（かさ密度。体積あたりの重さ）が小さければ穀粒の充実が悪くて品質が劣るとみなされるが、穀殻をかぶっているわけだからどのように品質が劣っているのかは不明であり、したがって一般には品質は無視されてその体積あるいは重量だけで取り引きされることになる。玄米になってはじめて肉眼でその品質が評価できるようになり、また未熟粒・着色粒・胴割粒など米粒の様相を見ることによってそれらの改善の方途も考えられるようになる。

こうして日本の農民が玄米を生産するということは、他国の農民よりもずっと余計な作業負担と責任とを負わされたということなのだが、それによって同時に否応なしに農民の知識や経験も広まり、なかんずく、ものの品質を厳しく評価するという習慣が醸成されることになった。

また農民のつくる俵装玄米はそのまま市場で流通する最終商品であるから、自分の上納した米の市場価値の見当がつく。徳川後期になると税額は玄米で表示されていてそれを金納させられることがあったが、農民はその換算率について種々の交渉を重ねており、その基準となる玄米の市中相場を下げるために一時的に多量の米を市場に投入するようなことまでやった。農民は勝手に他種作物を作ることは禁止されていたが、もし他の作物たとえば綿とか菜種とか果樹などをすれば利益はどうなるという計算をすることができる。そうした知恵が回らなければ暮らしていくのが大変だから、農民は生活上の必要から読み書き算盤を習い、計数法や各種作物の栽培や加工法なども知る。

そして各種作物栽培についての規制が緩められたり何かの口実ができれば、米よりも有利な作物を選ぶこともある。とくに養蚕は有利だったから徳川中期以降急速に普及し、その技術も非常に発展した（その養蚕技術書は19世紀初めにフランス語、イタリア語などに翻訳されている）。16-17世紀には生糸と絹織物が日本の最大の輸入品目だったのに、僅か200年足らず後の明治の工業化に際しては必要外貨の大半が農民の作り出した生糸と絹織物の輸出によって賄われるに至る。

玄米という「商品」を生産することによって、農民はこうした計数も知識も適応性も身につけていったのである。明治以降の日本の急速な近代化の最大の理由として、歴史家はしばしば工業化に必要な優秀な労働力が農村から豊富に供給されたことを挙げるが、農民が玄米つくりをきっかけとして商品農業に習熟し、またそれによって品質観念を身につけ教育熱心にもなつていったわけである。

さらに、そのまま商品となる玄米による課税なので農民は課税高をほぼ正確に把握することができたから、近隣の藩と比較して不当に重い課税額であればこれに反対し、農民一揆を起こすようなことにもなった。徳川280年の治世を通じて約8000件の一揆があったが、首謀者の処刑という犠牲は伴ったものの大半の場合は減税をかちとっている。

穀の場合とは対照的に、玄米ではその品質（したがって価値）が一見して明らかなので、納税や売買の場合に団結が可能となる。これにたいして穀取引の場合は、その品質が曖昧なのを利用して買い手側は売り手農民

の団結を分断することができるから、東南アジア等の農民は粉集荷業者にたいして共同販売するのがきわめて困難である。

あとで見るように、玄米流通というのは粉流通にくらべて技術的には無理の多い不経済なやり方でありしかも農民には余分な作業を強いるものだったが、その一方では、農民がそれに適応することによって知識や経験を広め共同性を獲得していくという歴史的な役割を果たしたのである。

### 5.1.7 粉摺りに伴う諸作業とその特質

以上のような次第で、農民が玄米を生産するということは、農作業に粉摺りという作業がただ付け加わっただけではなく、粉摺りとそれに付随する諸作業を、玄米の品質保持のために注意を払いながら進めなければならなくなつたということである。日本の農民は、他国農民のように刈り取りで米作りが終わるのではなく、「やっと仕事が半分終わった」と云う。

粉摺りをすれば、そこから出てくる玄米と粉殻とを分離する必要があり、また玄米になり損なつた粉を玄米から分離して取り出し、それをふたたび粉摺りしなければならない。できた玄米は精選し、未熟米やその他品質を低下させる穀類や異物を除去する必要がある。不必要によけいに除去すれば損をするし、精選不十分で玄米の品位が下がればもっと損をする。

さらに、稻藁を使って玄米を入れる米俵とそれに蓋をする桟俵とを編み、また俵を縛る縄をなわなければならない。そして、できた俵に計量して規定量の玄米を入れる。減失に備えて一定量の「くち米」を入れるが、江戸時代にはこれに名を借りて事実上の増税をされることもあった。

最後に、できた俵装玄米を運搬して地主や領主のところまで運ぶことも農民の負担となることが多かつた。

こうした収穫後の作業はそのひとつひとつに道具を必要とし、その道具の質によって作業の精度が異なり、製品の質と量、すなわち価値が決まってくる。収穫後処理過程の道具や機械は、栽培過程の道具や機械とちがって、単に労働の能率を改善するだけではなく、仕上げた製品の質に大きな関係がある。進んだ道具や機械を使えばその経費を上回る品質改善（すなわち収入増加）が得られることが多い。

だから19世紀半ばに農民が持っていた収穫後処理用の農具は金額にして栽培用の農具の1.5倍ないし2倍にも達していた。また第二次大戦前には農村労働力が安価で豊富にあったにもかかわらず収穫後処理機械が普及していった。現在見られるような日本の農業機械化は、収穫後処理用具の機械化から始まっている。

1960年代に至るまで、圃場用の動力機械は揚水ポンプ以外にはなかったが、収穫後処理機械としては脱穀機・粉摺り機・精米機・精麦機・製糸機等が広く普及していた。

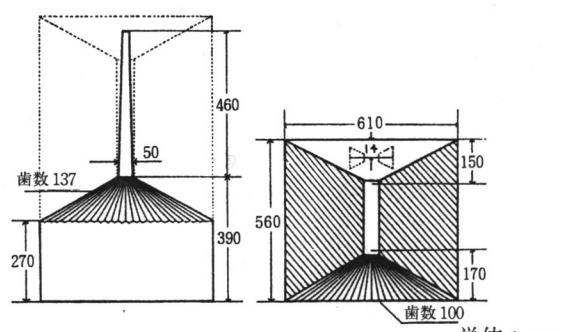
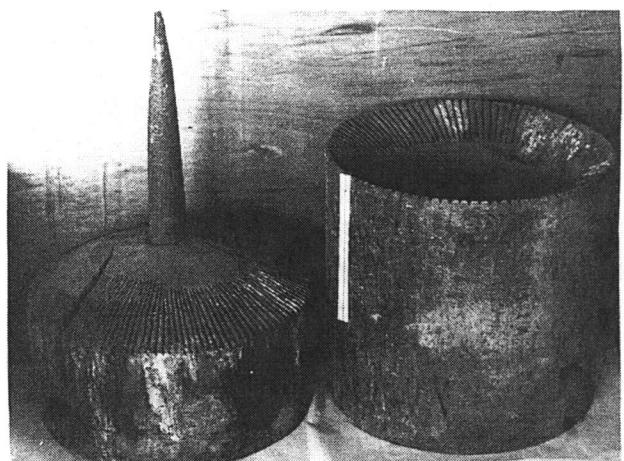
他国の読者にとっては、粉摺りとそれ以後の作業は農民の作業ではないのであまり馴染みがなく関心がないかとも思われるが、これらの発展途上国でもいずれ農協や農民グループが小精米所や粉・米の貯蔵施設などを持ったり、米の付加価値を高めようとするときには関連してくる問題である。だから、以下の過程にも関心をもってその特質を理解してくれるよう希望する。

### 5.1.8 粉摺り用具

#### (1) 木臼

穂束扱いの時代には搗き臼で脱穀・粉摺り・(部分的)精白を同時にこなっていたが、鉄鎌による根刈りが始まり、やがて「こぐ」脱穀によって脱穀過程が独立し粉粒が得られるようになると、今度は穂からではなく粉の粒を粉摺りするようになる。

粉粒の粉摺りも、最初はおそらく依然として搗き臼によっていただろうが、いつのころからかよくわからないが、「木臼」が使われるようになった(図5-7)。10世紀末の枕草子にある記述が木臼を指して



単位: mm

図5-7 木臼の一例

いるのではないかという憶測もあるが、確かではない。15-16世紀になればもう木臼が普通に使われていることは当時の絵などからも確認できる。

粉摺り用の木臼は、直径40-50cmの丸太を加工した上臼と下臼とからなる。下臼の上面は放射状の刻み目をつけたかなり急角度の円錐形で、その真ん中に心棒が立っている。上臼は下臼から突き出た心棒にはまるように置かれ、その下面是下臼の円錐に接するくぼみをなし、そこにも放射状の刻み目がある。上臼に突き出している下臼心棒のわきに孔があり、そこから粉を入れる。上臼には左右に突き出た腕があり、これによって往復動できるようになっている。

粉を上臼の孔から入れ、上臼を左右に回転させると、粉には上臼の重さがかかり、上下の臼の刻み目のあいだで擦れて粉殻が剥けて一部は玄米となり、円錐状斜面に沿って上下臼のあいだから落ちてくる。

なお、刻み目は渦巻き状ではなく放射状だから、回転方向はどちらでも同じであり、したがって操作の便宜上一定方向の回転ではなく往復動をしたと思われる。当時の絵からもそれは確認できる。

実際の操作は、小さい臼の場合はひとりで両方の腕をつかんで交互往復させ、大きい臼の場合は腕に縄をつけ、向かい合った2人が交互にこれを引く。なお例外的に次項の土臼同様の渦巻き状の刻み目をついた木臼もあったが、その場合は当然回転運動をしたであろう。

## (2) 土臼

17世紀末ころからは木臼がすたれ、かわって中国から伝來した土臼が使われるようになった（図5-8）。

土臼とは、竹籠または樽のなかに土を詰め、そこに木製の摺り歯を植え込んだものである。一見すると木臼に類似しているように思われるが、外観上の相違としては外周の材料が異なり、直径は木臼よりも大きいことが多い。

下臼にも上臼にも同じ向きに摺り歯が配列しており、それを向かい合わせにして上臼を一定方向（上から見て反時計回り）に回転すると上臼から供給された粉を摺りながら外周に押し出していく。したがって木臼と違って往復動はできず、回転させなければならぬ。そのため上臼上面につけた腕木の一端から上向きの棒がたっていて、これに水平な長い回転自在の柄をとりつけて、これを数人がかりで前後に押し引きしてクランク作用によって回転させる。

歯の配列は放射状ではなく、円周を6等分とか8等分などにして、その扇形の中に平行に歯を置くから、多くの歯は偏心しており、全体として渦巻き状になっている（図5-9）。したがって上臼を回転させれば穀

粒を中心から外周に向けて押し出す作用がある。だから、下臼の上面は木臼のように極端な円錐ではなく、僅かに外に向けて勾配がついているだけだが穀粒は外周に押し出される。

木臼の場合はその歯（刻み目）が摩耗すると切り直さなければならず、また作るのに太い丸太を必要としたが、土臼では歯は土に埋め込んである木の板なので歯と歯のあいだは土であり、歯の摩耗と同時に土が減っていくので歯を刻み直す必要はないし、またつくる材料も容易に入手できる（図5-10）。

臼に詰める土は粘土に砂を配合したもので、乾燥による亀裂を防ぐために塩または苦汁が混ぜてある。歯の材料とする木については種々の論議があつたが、櫟（Japanese Chestnut Oak, *Quercus accutissima Carrrh*）や欅（Japanese Zelkova, *Zelkova serrata Makino*）がよく、櫻（Japanese Evergreen Oak, *Qurecus acuta Thunb*）は硬すぎてよくないとされたが、実際に櫻が多く使われた

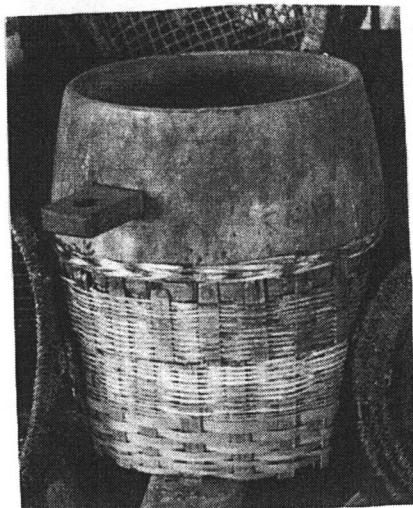


図5-8 土臼の例

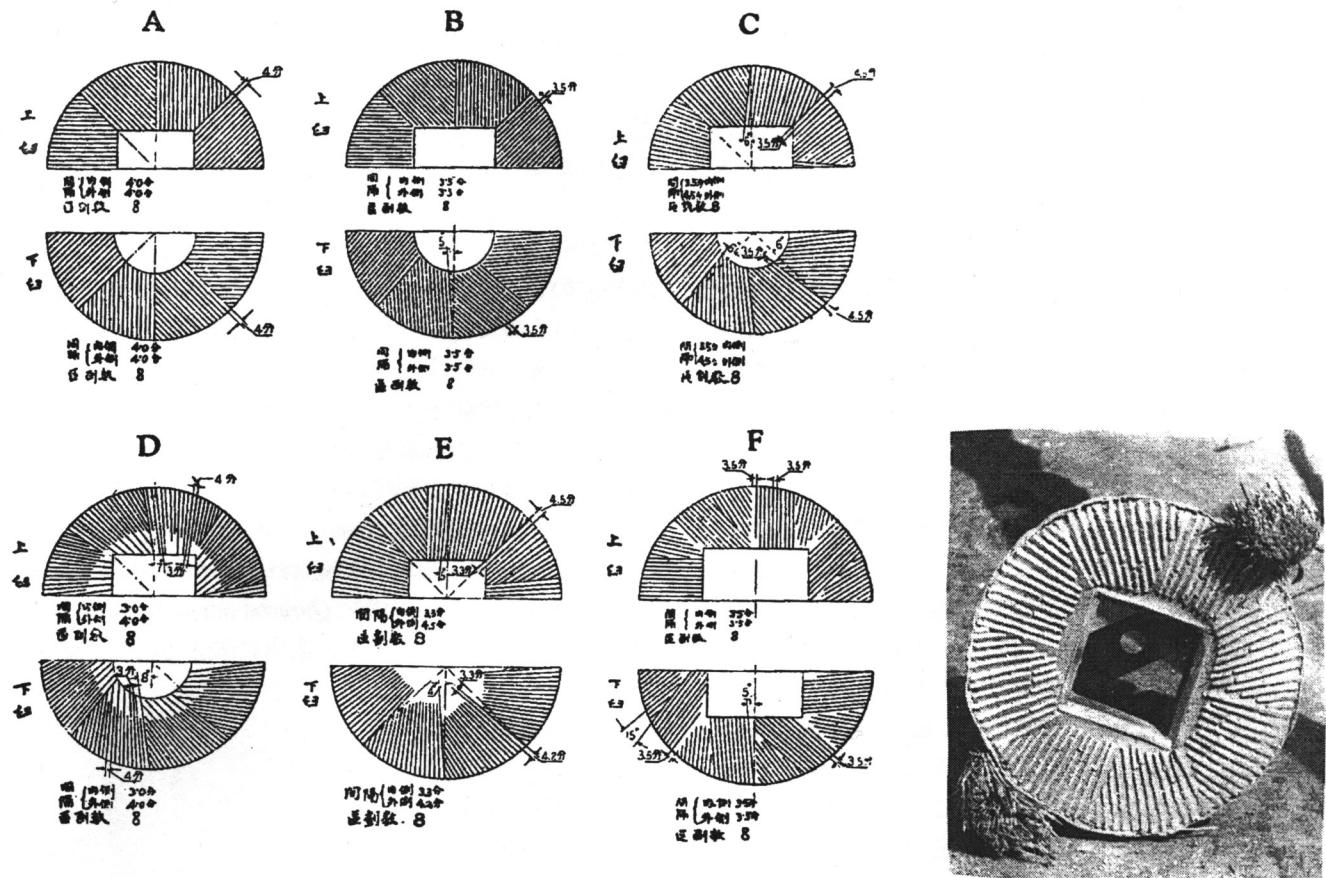


図 5-9 土臼の摺り歯の配列例

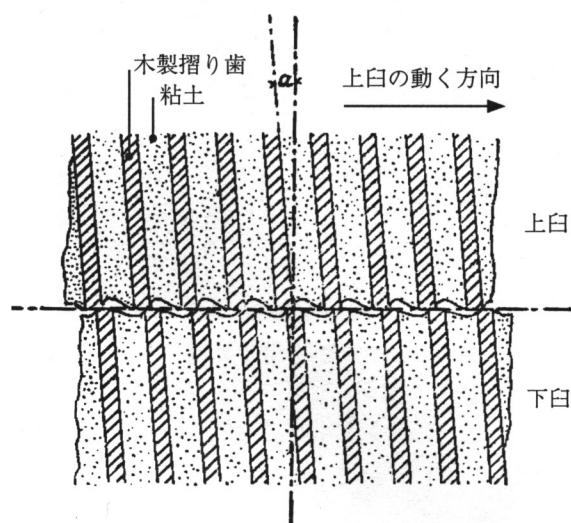


図 5-10 摺り歯の断面

ようである。推奨されなかったが竹もかなり広く使われていたようである。

土臼はその後、上臼の回転軸に軸受を追加して軽く回るようにしたり、歯の材料の選択や歯の配列に工夫をこらしたり種々改良が加えられ、20世紀に動力式粉摺り機が現れるまで使い続けられた。明治になってからは、土臼を畜力や水力や動力で回す試みもあった(下臼まわしのものもあった)。しかし土臼と並んで木

臼もまたのちに動力粉摺り機があらわれるまで細々と使い続けられている。

土臼は、木臼にくらべて粉摺りの能率が大幅に高いが、碎米発生については木臼の方が少ないという説とこれを否定する説とがある。明治維新以後になっても、木臼と土臼との優劣論争が続けられたが、大勢としては土臼が増え木臼を圧倒している。しかし土臼はその構造上時間が経つと崩れやすいので、現在残っているのは木臼の方が多い。

なお、ビルマでは現在でもチエイ (kyei) またはチエソン (kyesone) と呼ばれる土臼が使われている。これは主として自家飯米用の粉摺りに使われている。できた玄米は足踏みの搗き臼で精白される。

### 5.1.9 選別機

#### (1) 風選機

木臼や土臼などの粉摺り具からでてくるものは、粉摺りされた玄米と、粉摺りされ損なった粉と、粉殻とだが、この3種類をわける必要がある。

このうち、粉殻は軽いから風を当てて吹き飛ばせばよい。箕を使って煽ったり、高所からこぼして自然の風で吹き分けたりできる。これをもっと容易に一定の条件でおこなえるように、唐箕が18世紀初頭ごろ使

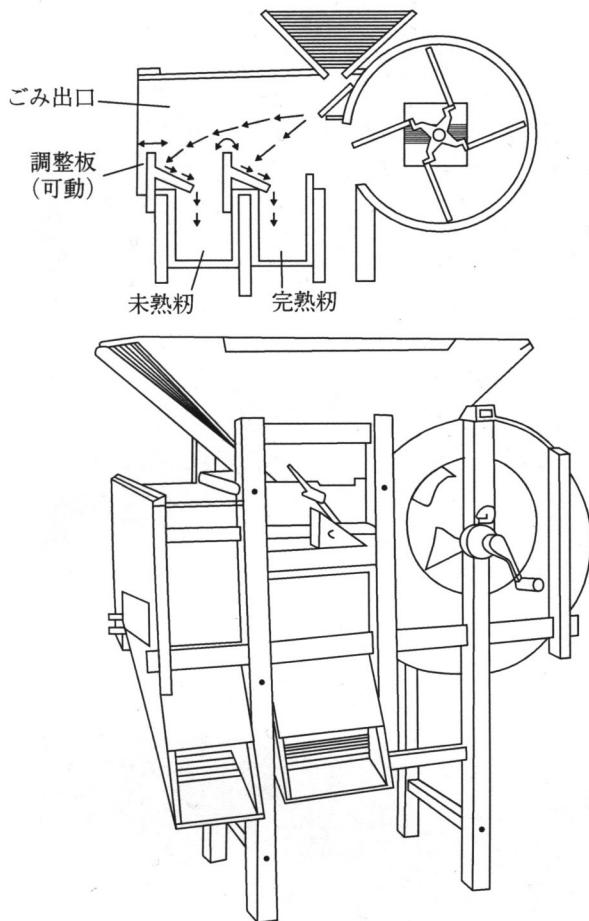


図5-11 唐箕

われだした（図5-11）。土白とともに中国から伝わってきたと云われる。

東南アジア等では現在でも農民が手まわしの扇風機を使っていることがよくあるが、それにくらべて唐箕は風が風洞のなかを通るので一定の風速を得やすく、また穀粒供給箱（ホッパー）があり排出口が一番口、2番口などに分かれているので使いやすい。唐箕は粉摺り後の粉殻の選別だけではなく、脱穀後の粉から藁や軽いごみを取り除いたり、麦や豆の精選など、いろいろな場面で使われるから、農家にとってはきわめて有用な道具である。唐箕はほとんど鉄の材料を使うことなく、大半は大工仕事で作ることができたから、たちまち広まった。

使い方としては、穀物の供給を定常的にし、それに適当した一定の速さの風を与えるように注意する必要がある。

日本で唐箕が急速に普及した大きな理由は、軽くて加工容易な温帯針葉樹である杉（Japanese Cedar, *Cryptomeria japonica* D. Don）の薄板が安価に手にはいったことである。杉板のお陰で、唐箕だけではなく桶・箱・小農具・什器・生活用品・倉庫・住宅・各種建築物・舟などが容易に作られ、どれだけ農作業と生

活が便利になったか、計り知れないものがある。日本は「米と藁と杉の文化」だとも云われるくらいである。

これに対して、東南アジア等の熱帯稻作地域では、堅くて重い加工困難で高価な木材を使うことになる。それらは杉のような割裂性もない。だから今ではこの地域でも見られるようになった現地製の唐箕は、価格も高く非常に重い。同じことが他の小農具や什器類などについても云える。

仮にその地域で杉のような軽い板を材料に使ったとしたら、高温・多湿下でたちまちのうちにシロアリに食害されてしまう。日本からこの地に送られてきた機械類の梱包材料などは軽くて加工容易であるが、ひと月とたないうちに消えてしまう。杉板に代わって熱帯で安価・容易に入手できるものは竹や籐で編んだものだが、これらは板の場合のようにきっちりとした寸法に仕上げることができない。

唐箕（あるいはもっと一般的には風選機）による選別は、穀物加工のどの段階においても必須の過程であるから、のちに動力脱穀機が発明されると唐箕はこれにただちに組み込まれ、つづいて動力粉摺り機や精米機にも組み込まれ、さらに近代的な穀類乾燥・貯蔵・加工設備では至るところに沢山の数が使われるようになってくる。

## (2) ゆり板・箕

粉殻の分離に続いて、粉摺り具から出てきた玄米と粉とを分離し、粉はふたたび粉摺り具に戻す必要がある。

これはなかなか困難な仕事である。粉粒は玄米粒よりは密度が小さく、寸法は僅かに大きいが、その差異は小さなものである。唐箕に通して強く風を当てれば、よく乾燥したものは粉の方が玄米よりも遠くへ吹き飛ばされる傾向があるが、これによって両者を画然と分離することは難しい。篩によってふるい分けようとしても、寸法の違いが僅かだからよく分けられない。

結局落ち着いた先は「ゆり板」と称されるものであった（図5-12）。これは浅い箱で、その底板に微細な突起がついているものである。このなかに粉まじりの玄米を入れ、前後左右に揺すると箱の一方に粉が寄ってくるので、これをすくい取ってわかる。これはその操作にきわめて熟練を要し、初心者がやっても粉と米はなかなか分離されない。

これと同じ目的で、竹または籐で編んだ目の詰まつた直径40-50cm、深さ2-3cmの円形の浅い箕が使われることがあった。この中に粉まじりの玄米を入れ、手に持てて揺すりながら急激に少し回転させるようにすると、粉が片方に寄ってくるから、箕をあおってそれを外に落とす。これを使うのにも非常な熟練を要す

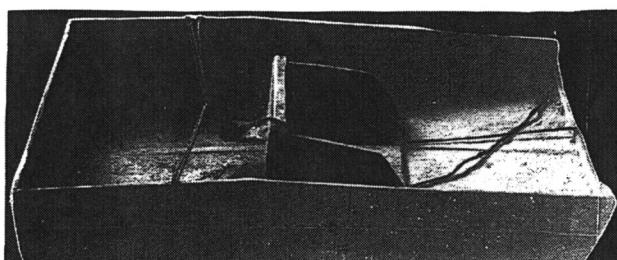
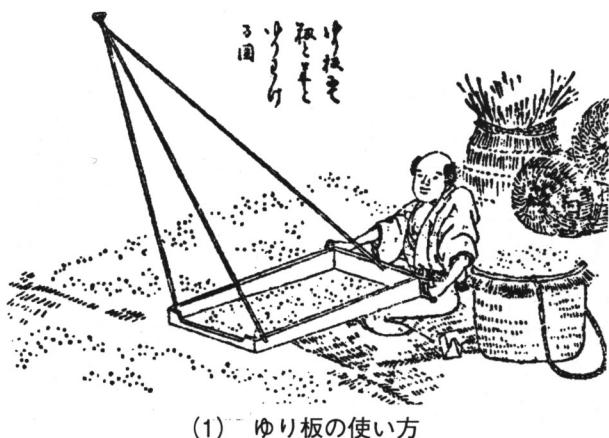


図 5-12 ゆり板とその使い方

る。これは現在でも東南アジア地域の小精米所などで粉と玄米との分離に使われている。

これらの器具の作用原理については、後で「揺動式粉・玄米選別機」の項で説明する。

### (3) 万石通

ゆり板や箕による粉と玄米との選別は特別な熟練を要するので、19世紀中頃から、万石あるいは万石通（千石通）と呼ばれるものが使われ始めたようである（図5-13）。

これは傾斜した網の上に粉・玄米混合粒を流し、粉は網上を滑り落ち、玄米は網下に落ちるようにしたものである。篩でふるっても粉と玄米とはよく選別できないというのに、なぜこれで分けることができるのか。それは次のような原理による。

混合粒が上から均一に一定の速度で網の上に層をして滑り落ちてくると、玄米は密度が大で滑らかな表面をしているので、流動して流れ落ちるあいだに下層となり、粉は密度が小さいから玄米の上に乗って上層となる。下層となった玄米は網の面に接触するから、網目を通って網下に落ちていく可能性が大きい。一方、粉は上層をなしているから網と接触する機会が少なく、したがって網目を通り抜けられない可能性が高く、網上を滑り落ちるものが多くなる。

しかし実際には粉と玄米の1粒ずつの性状はさまざまであるから、網下に粉も落ちるし、網上に玄米も残

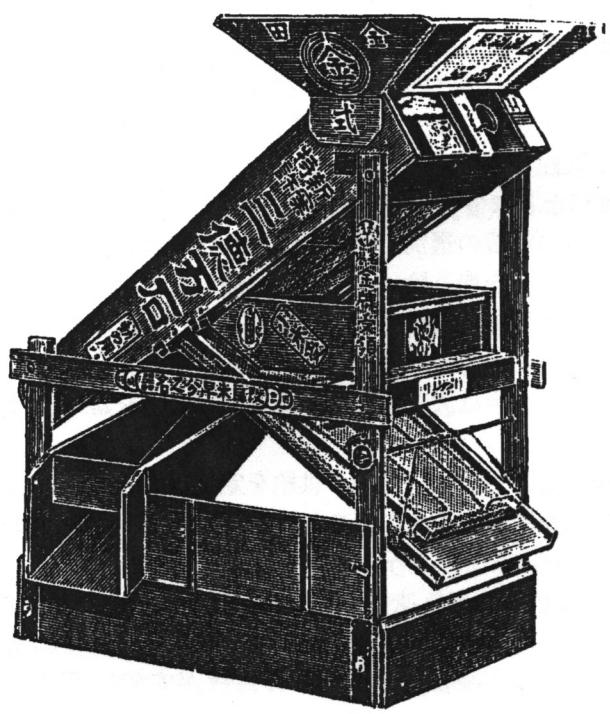


図 5-13 万石の例

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

る。だが網下には玄米がより多く落ち、網上に残ったものは粉粒が多くなる。それでこれを繰り返せば、だんだんに粉と玄米とが完全に近く濃縮・分離されるようになる。

万石通はだんだんに改良され、網は2枚、あるいは3枚になった。1枚目から3枚目までの網目は必ずしも同じではなく、3枚目の網下に出たものは1回通しただけではほぼ完全に玄米となり、1枚目の網上はほぼ純粹な粉だけとなるようになった。1枚目の網下、2枚目の網上と網下、3枚目の網上はいずれも混合粒として再び投入口に戻される（図5-14）。

網は鋸びないように、また穀粒が滑らかに滑り落ちるように銅線で編んだものを用い、投入口からは穀粒が網幅一杯に均一に落ちるように作られている。

投入口の開度（投入量）や網の傾斜はその穀粒の性質に応じて微妙に調整する必要があるから、万石の適切な使用にもまた相当の経験と熟練を要するが、ゆり板ほど高度な熟練は要しない。この簡単な装置によって粉と玄米との分離がほぼ完全にできるようになったということは特筆大書してよい。

万石はその後ゴムロール式動力粉摺り機などにも組み込まれ、20世紀半ばに揺動式粉・玄米選別機が現れるまで、100年間も使われ続けた。外国では粉流通であるから農民ではなく精米所が粉摺り機を持っているが、数十年前まで中国や韓国の中米所の粉摺り機のあとには複数枚数の金網のある万石が使われていた。しかしジャワ島の小精米所などでは、ゴムロール式粉摺り機のあとに金網1枚だけの万石が使われている。これは粉と玄米の完全分離にはほど遠いが、それでも

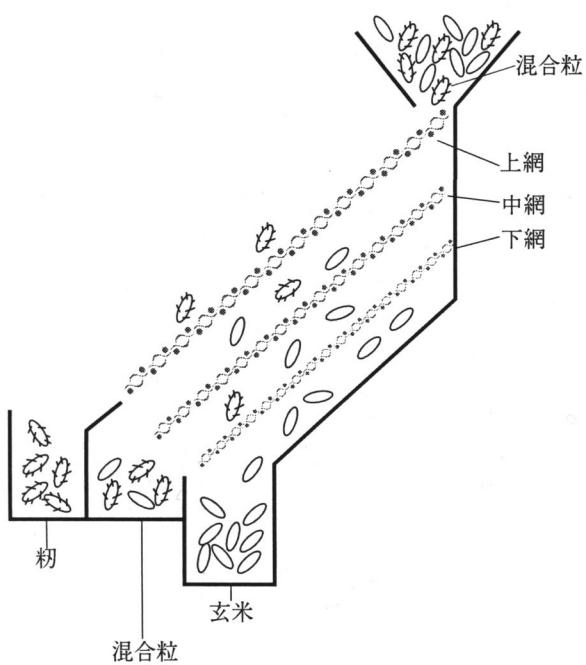


図5-14 万石上の穀粒の流れ

網上には粉がいくらか濃縮されているから、これをもう一度粉摺り機に戻す。

万石は短粒種の米にはよく働くが、長粒種に対してはあまりうまく働かない。その理由は、方形または円形の網目を粒が通過するかしないかを決めるのは粒の幅寸法であるが、長粒の場合は網目上を滑り落ちるときに粒が横に寝やすいので幅の小さい粒でも網目を通りにくいかからである。

### (4) 篩

こうして得られた玄米から、作業中に混入した砂や小石や藁ゴミや鼠の糞やその他の異物を取り除くために、篩を通す。玄米よりも小さい異物を除くためには玄米よりも小さい目の篩を使い、玄米よりも大きい異物を除くには玄米よりも大きい目の篩を用いる。これは常識であろう（図5-15）。

では玄米とほぼ同じ大きさの石（密度が玄米よりも大きいもの）を取り除くにはどうするか。これには玄米よりも小さい目の篩を使い、前記の粉と玄米との分離に用いたゆり板あるいは箕と同一の原理で、篩を煽りながら石を篩の一端に寄せ集めるようにして取り除く。これにはかなりの熟練を要するから、必ずしも完全に石が取り除けるわけではない。また篩のこうした使い方は穀粒が「目を通るか通らぬか」で分別する篩本来の使い方ではない。日本では叩きつけ脱穀や家畜の踏圧による脱穀はおこなわれないから、石の混入は比較的少ない。石の除去を機械的におこなうのが石抜き機であるが、その原理は「揺動式粉・玄米選別機」の項で説明する。

外国の場合には粉摺り過程でかなりの割合の碎米が発生するが、日本の短粒種では粉摺りで碎米が発生するということはあまりなく、その除去はあまり必要とされない。それよりも日本で重要なのは玄米の品位を落とす未熟米の除去だが、これは篩（角穴または丸穴）ではできない。

なぜなら、前記のように米粒が篩の目（角穴または丸穴）を通過するか通らぬかを決定するのは米の幅寸法であり、未熟米は長さも幅もふつうの米と同じことが多いからである。それで未熟米除去は次項の縦線米選機によることとなる。

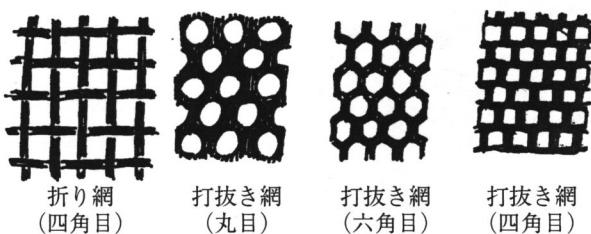


図5-15 篩の目

### (5) 縦線米選機

前項までの過程ではほぼ純粋な玄米がつくられるが、日本の農民はさらに玄米に含まれている未熟米を取り除く努力をする。未熟米は精米（精白）の段階で粉碎されて糠と一緒に失われてしまうことが多いから、玄米に未熟米が多く含まれていれば玄米から白米への歩留まりが下がる。だから未熟米が多ければ玄米の等級が下がるので、農家は未熟米の除去にはとくに力を入れるのである。

米粒の登熟の過程では、米粒の3つの寸法のうち、長さがもっとも早く伸びて最大長に達し、次いで幅が伸びてその最大に達し、最後に厚みがその最大に達して完熟する（図5-16）。だから未熟米は長さ、幅が充分にあるとしても厚みが足りない。すなわち、未熟米を取り除くには厚みの足りない米粒を除去すればよいことになる。

それで「縦線米選機」が使われるようになった（図5-17）。これは鉄枠に多数の鋼線を平行に並べて縦方

向に張り渡し、これを鋼線の方向に傾けて設置し、鋼線に沿って米を一列に滑り落として使うものである。鋼線と鋼線との間から米が抜け落ちるか否かは、米粒の長さや幅の寸法には関係なく、その厚みだけによって決まる。だから鋼線間の間隔よりも厚みの薄い米は下に抜け落ち、それよりも厚みの大きい米は線上を滑り降りる。間隔は必要に応じて任意に調整できるようになっている。

これがいつごろから使われだしたかは明らかでないが、鋼線が安価に供給されるような工業の発達が前提となっている。20世紀初頭にはかなり普及していたようである。簡単な用具であるにも拘わらず未熟米の除去にはきわめて有効なので農民に歓迎され広く使われ、玄米の品質を向上させるのに大いに貢献した。だが、線のあいだに米が挟まって線間の隙間が広がると良米まで落ちるようになるなどの欠点があったので、1970年代には後述の回転式米選機に取って代わられるようになった。

縦線米選機によって除去した未熟米は農家が自家消費したり、粉碎して菓子などの原料にした。

#### 5.1.10 俵と藁製品

精選された玄米ができたら、それを藁で作った規定の大きさの俵（図5-18）に詰めて出荷する必要がある。米はすべて俵数単位で計量・取引されるのだから、「俵装玄米」にしなければ仕事は終わらない。

俵を作るには、まず稻藁で直径5mmほどの細い繩をない、この繩数本を使って交互に親指ほどの藁束を綴じ、幅1mほどのすだれのようなものを編み上げる。このために「俵編み機」という簡単な道具が使われる（図5-19）。

このすだれ状に編んだ1.5mほどの長さのものの両端を結び合わせ、円筒状にする。これが米俵の側面を

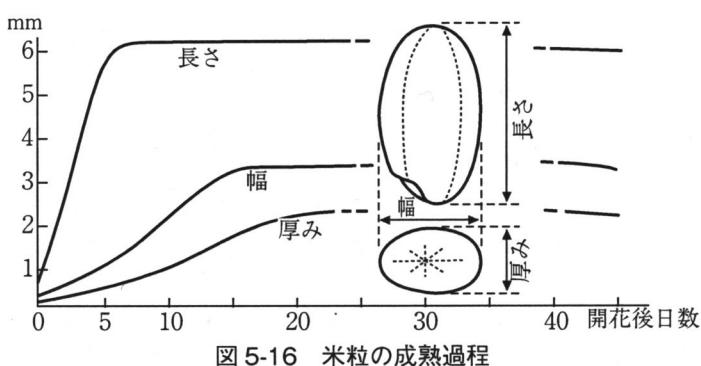


図5-16 米粒の成熟過程



図5-17 縦線米選機

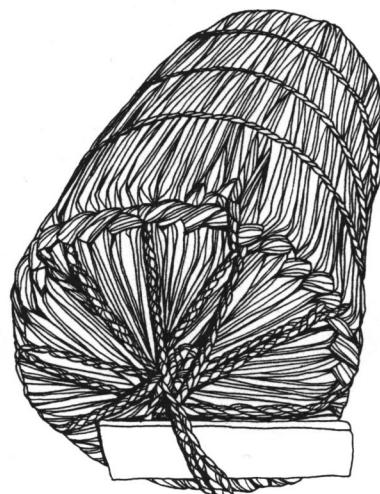


図5-18 米俵

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

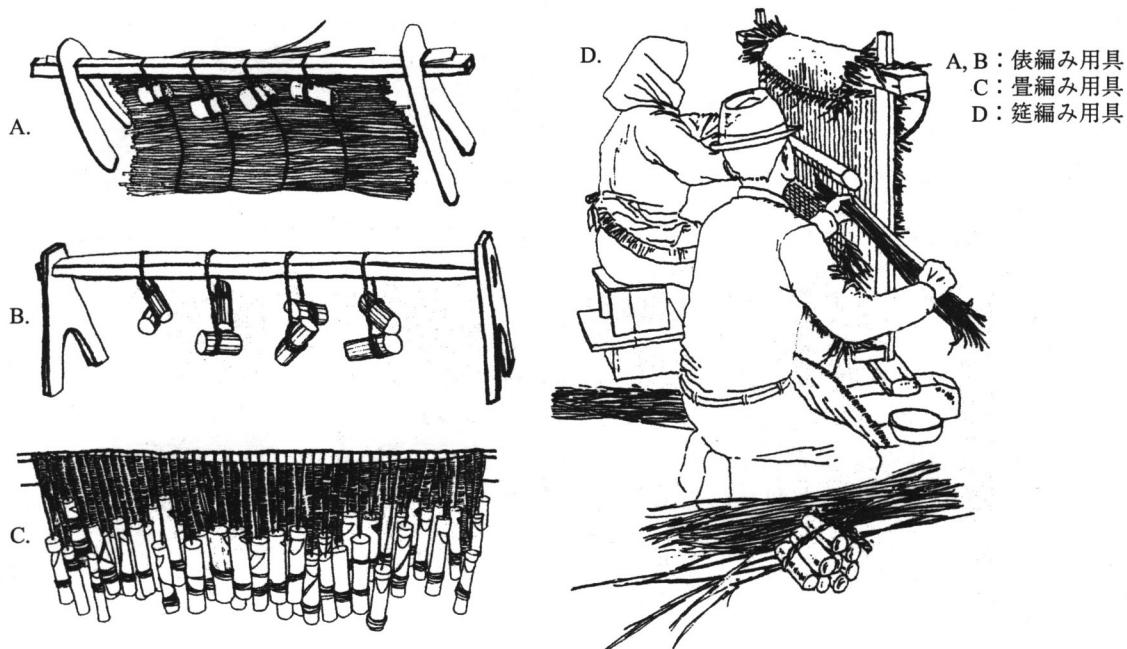


図 5-19 薫加工用具

形成する。これの上下に藁で作った直径 40cm ほどの桟俵（さんだわら）という蓋をのせて閉じることで円筒形の俵ができるわけだが、まずひとつの桟俵で底をつくり、これに規定量の米をいれたら、もうひとつの桟俵によって口を閉じる。桟俵は俵に縄で縫いつけられる。

これだけでは強度が足りないから、俵に米を詰めた後、直径 15mm ほどの太い藁縄で俵の周囲何カ所かを締めて縛り、持ち上げるときにはこの縄あるいは桟俵をつかんで担ぐ。

藁縄は俵を締めるのに使うだけでなく生活のあらゆる用途に使われる所以、非農家や都市にも販売され、藁縄作りは稻作農家の重要な副収入源となった。第二次大戦以前の日本では特殊な用途の場合を除き、縄といえばほとんどすべて藁縄だったと思ってよい。縄の需要は非常に多かったから、明治以降になって、脱穀機や粉挽き機などの動力化と並んで、農村に製縄機が急速に普及していった。

脱穀・粉挽き・精選などの作業をするときには、土間に敷くのに藁で作った筵（むしろ）が必要。筵は圃場で作業をするときにもしばしば使われる。だからこれも織る必要がある。藁はこのほかに草鞋・草履・笠・蓑・雪靴など農民と限らず万人が毎日の生活を送るのに欠かせぬ衣服・調度品となり、さらにかます・屋根葺き・壁材料・布団・容器・背負い籠・工芸品・神仏具・畳の芯・養蚕具・飼料・燃料・堆肥など、ほとんど生活のすべてに使われ、稻藁がなければ日本人の生活はそもそも成り立たなかつたとさえ云える。日本を米の国だというが、米を食べ、米が経済の単位であるだけでなく、米藁が生活の隅々を支えていたのである（図 5-20）。

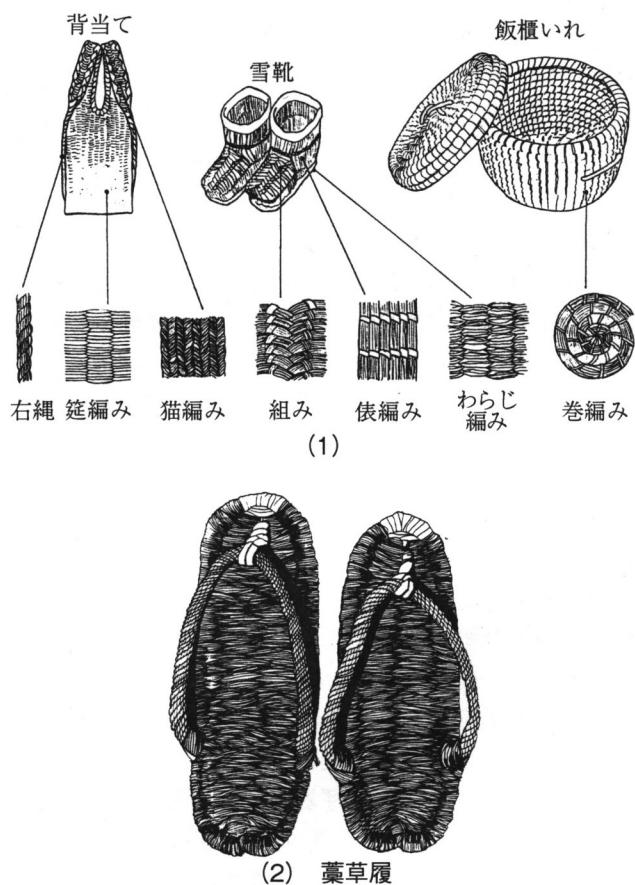


図 5-20 薤製品の各種

俵や縄やその他の藁製品をつくるのに用いる稻藁は、藁を熊手のような道具または指でしごいで（藁を「すぐる」という）、藁についている下葉（「はかま」または「こもち」と呼ばれる）をこそぎ落として使う

ことが多い。取り除いたはかまは、家畜の飼料や布団に入れるのに使う。藁すぐりには千歯や碎土用のまぐわも使われた。

すぐった藁は木鎌でよく叩いて柔らかくし、細工しやすくする。藁打ちは単純な作業だからよく子どもも狩り出された。藁加工品の種類によって、すぐただけの「すぐり藁」、それを叩いた「叩き藁」、一定の長さに切りそろえた「切り藁」などが使い分けられた。

農閑期や冬には、稻作農家では家族総出でこれらの藁仕事をせっせとやって農作業のそれぞれの時期に必要な藁製品をあらかじめ準備し、さらに売って生活の足しになる各種の藁製品を作っていた。藁が日本人の生活必需資材ではなくなったのは、1950年以後のことである。

稻刈りが穂摘みでおこなわれていた時代にも、藁を得るために根刈りされることがあった。これは穂を摘んだ後に藁だけ刈り取ったのか、それとも穂と一緒に刈ったのかは判らない。穂摘みに使われる石包丁とともに石鎌が大量に出土している。

日本種稻の藁は各種の加工品に使われるが、インド種の藁は脆くて同様な利用はできない。しかしインド種稻栽培地域ではそれに代わる各種の纖維作物がある。

### 5.1.11 玄米の貯蔵

農家から地主・領主・業者等に納入または販売された俵装玄米は、いったん米倉庫に収められ貯蔵される。しかし玄米の貯蔵は粉貯蔵のように簡単ではない。

玄米は粉と同様に胚がついて生きているから呼吸を続けている。ところが、玄米は粉よりも「かさ密度」(みかけ比重)が高い(粉は1リットル当たり0.5kg、玄米は0.8kg)。すなわち、玄米では穀粒のあいだの空間が粉よりも少ない。したがって呼吸熱が発散しにくい。だからもしも玄米を粉と同様にバラで積み上げておくと、ひとりでに温度があがり、微生物が繁殖する好条件となり、変質しやすい。

そのため玄米を貯蔵するときは粉のようにバラで積み上げず、俵に入れ、その俵を荷敷きの上に、互いに空間ができるように積み上げる。さらに積み上げた俵の山(「はい」と呼ぶ)同士も間隔を空ける。そして何ヶ月かごとに、「はい替え」、すなわち俵を動かして「はい」を積み替え、俵の位置が変わるようにする(図5-21)。

粉は多少湿気を帯びたとしても粉殻が水分を吸収してくれるし、またふたたび乾燥すればいいが、玄米は吸湿するとすぐに変質し、かりにすぐ再乾燥しても米が砕けてしまうことが多いから、絶対に湿らせないようにする必要がある。

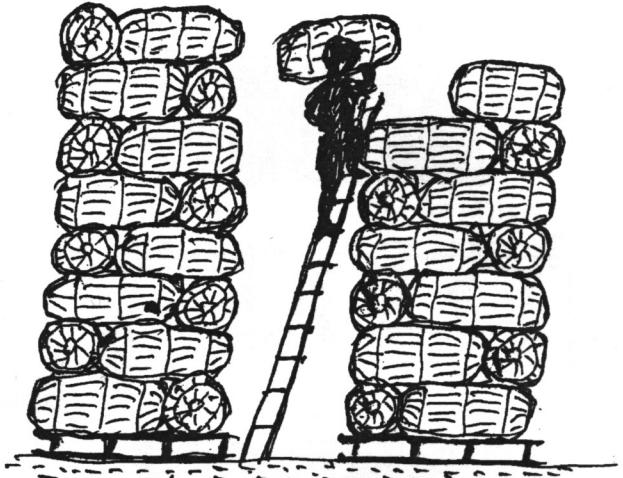


図5-21 米俵を積み上げる

そのため、米倉庫は雨漏りしたり湿気がはいらないような土蔵づくりとし、天気がよい日は入り口や通気口をあけて通風し、雨天や曇りの日には密閉するというようなこまめな管理が必要である。

玄米は粉と違って粉殻がないから虫害を受けやすく傷みやすいということだけではない。粉摺りによって玄米の表面には多少とも微細な傷がつけられているから、そこから糠に含まれる油分が酸化し始め、微生物の繁殖がはじまる。温度が高ければそれが急速に進む。こうした理由があって日本では玄米に胴擦れ米(玄米表面に傷の付いた米)が含まれていることを非常に嫌い、それが多く含まれると玄米等級が下がるのである。

これに対して、粉から直接に白米にする諸外国では、粉摺りによる胴擦れ米の発生などは問題にもならない。むしろ胴擦れができる方が、そこから糠がむけやすくなるのでその直後の精白過程が容易になる。胴擦れ米が問題になるのは玄米で長期貯蔵する日本だけである(\*)。

\* 第二次大戦後、一時日本が米不足になってアメリカから玄米を輸入しようとしたときこの問題が生じた。当時アメリカの精米所では粉摺りにエンゲルベルク式粉摺り精米機を使うことが多かったので、そこで作られる玄米には胴擦れ米が多く含まれていた。日本ではそんな玄米は輸入できない。それでアメリカの精米所にもゴムロール式粉摺り機を導入してもらい、それから摺りだした玄米だけを輸入するようにした。これをきっかけとしてアメリカの粉摺り機がゴムロール式に変わった。

粉は玄米にするとその体積は約半分になるが、玄米貯蔵の場合には上述のように貯蔵空間をたくさん取らなければならないから、必要な倉庫の容積が半分になるなどということはない。それどころか、むしろ多くなる。それだけではなく、粉倉庫にくらべて米倉庫は丁寧なつくりになるから、倉庫容積あたりの建設単価も高い。そのうえ倉庫管理の手間も経費もかかる。だから玄米の体積が粉の半分になるとしても、貯蔵が有

利になるなどということはない。

しかもバラ貯蔵ができず俵あるいは袋などの容器を使うということは、容器の経費と開閉の手間とを別にしても（これも馬鹿にならないが）、一回限りの使い捨てでないかぎり、容器による汚染・虫害の発生の危険を増大させる。

そうした配慮をしながら玄米貯蔵をしたとしても、粉にくらべると玄米の品質劣化は早い。これを避けるには低温貯蔵などをするしかないが、むかしは特別な条件のある場合を除いてそんなことはできなかった。

現在のように穀物のバラ扱いが機械化されるようになると、貯蔵・輸送に際して袋詰め扱いの不利はいつそう顕著になる。粉のようにバラ扱いができるなら流体に類似して倉庫への搬入・搬出、貨車やトラックへの積み降しなどニューマチックコンペア、スクリューコンペア、バケットエレベータ等で能率的にできるが、袋詰めではそれができない。フォークリフトを使うにしても手で袋をパレットに積まなければならず（パレタイザーという機械もあるが高価である）、ベルトコンペアを使っても袋を人手で積み降しをしなければならず、どうしても肩で担がなければならない場合も出てくる。

日本では、こうした貯蔵・取扱・輸送上の不利・不便を忍び、手間と経費とをかけて玄米流通が成り立っているのであるから、粉流通をしている他国から見れば、これを奇妙で不合理な習慣であると思うのは当然のことであろう。

### 5.1.12 玄米から白米へ

このようにして保管されている玄米はいずれ取り出され、分配され、消費されるわけだが、玄米はそのままで見える。しかし搗いて白くすればもっと旨くなるし消化もよい。ただし搗けば搗くほど分量は減るから、貧乏人はあまり搗かない安い米を食べた。

米を精白するときに出る副産物の米糠は、食用油の抽出・漬け物・洗顔・家具の艶出し・飼料・肥料などに活用された。後には栄養食品の原料ともされた。

消費者はその好みに応じて玄米を臼と杵とで搗いて白くした。自分で搗く場合もあるし、賃労働を頼む場合もあるし、また搗いて白くした米を小売業者から買う場合もあった。都市の庶民は小売の「白米」を買った。臼は手で搗くことが多かったが、営業用の場合には足踏み臼（碓・唐臼（カラウス）と呼ぶこともある）や水車搗きがおこなわれた（図5-22）。日本種の米は短粒で、臼と杵で搗いて精白しても碎米になりにくいという利点がある。インド種の長粒であれば、搗き臼で精白すればかなりの割合で碎米を生じる。

上で「白米」と云ったが、完全精白（玄米の糠層と

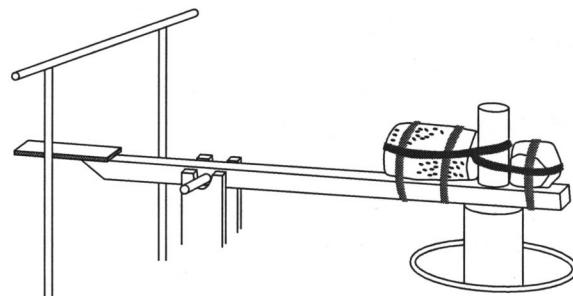


図5-22 (1) 足踏み臼

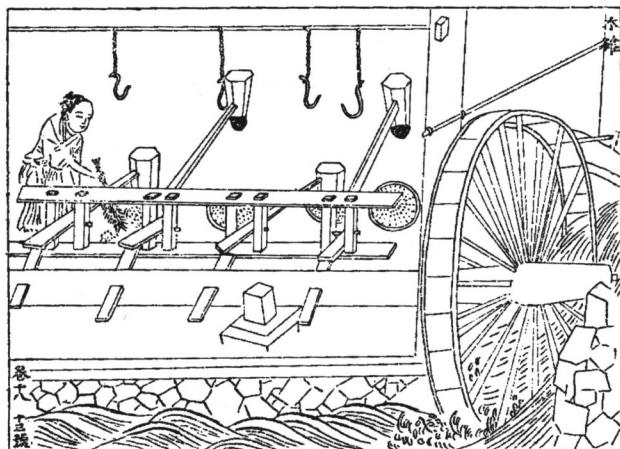


図5-22 (2) 水車搗き臼

胚芽とを全部除去する）して食べるというのは、17世紀末ごろまでは領主や大地主などを除き、上層の武士にもなかつたようである。だから玄米と呼び白米と呼びしても、それは程度の違いであり、どこまで搗いて白くすれば白米と云えるのかということは漠然としている。

だが、18世紀初めころになると、「江戸悪い」「大阪腫れ」「三日坊（京都）」などという語がでてくる。これは都市住民がまっ白にした米を常食するようになり、その結果ビタミンB1不足で脚気になったことを示している。徳川家光・家綱は脚気に苦しみ、家定・家茂は脚気で死亡したと伝えられている。都市の米穀商は、半搗き米などでは保存も困難だから完全精白に近い白米にして米を販売したのであろう。

しかし稻作農家でも多くの農民は、米は上納にまわし自分たちは雑穀などを食べることが多かつたから、こうしたことには無縁であったろう。貧しい農家では白い飯を吃るのは盆と正月だけで、たいていは米を吃べるとても「分搗き米」で、それに大量の雑穀や根菜などをまぜた「かてめし」だった。

### 5.1.13 どうして玄米流通になったのか

以上のように、農民が玄米を生産するという、世界的に見るならばきわめて奇妙な慣習がどうして成立す

るようになったのか。前述のように玄米での保管・流通は粉にくらべれば圧倒的に不利である。それにも拘わらず、なぜ日本ではそういうことになったのか。

玄米流通が16. 17世紀に確立したということについて、以下のような見方がある。

1. 粉では品質の差異が甚だしく、取引や納税のたびに紛争を生じやすい。事実、全国的に玄米流通になった以後でも地域によっては粉のかたちで課税をする領主があったが、粉から米への歩留まりの査定や粉の計量のやり方で紛争が生じ、農民一揆が起きたこともあった。

同様に、各藩の石高や課税の基準となる土地生産高を粉で表示した場合には不正確で実態をとらえにくい。だからすべてを玄米表示にするという建前にし、実際の課税や取引も玄米とした。

2. 16世紀は戦国時代であり、やがてそれが17世紀初めに徳川幕府によって全国統一されたが、依然として武家政治が続いていて、各藩も幕府も常に臨戦態勢をとっていた。したがって貯蔵しておく米はいつでもすぐに消費できる玄米が望ましいので、農民にも玄米の形で公租を課した。

しかし、歴史的には玄米流通はこの時代になって突如として出現したわけではないことに注意する必要がある。7-8世紀ごろ、まだ穂束で流通していた時代にも、租税は穂束で納められるものと玄米で納められるものとが併存していたし、10世紀になってほぼ鎌による根刈りが普及した時代でも、穂束からただちに玄米の量に換算していて、粉についての記述がほとんどない文書の例が多い。当時は独立した脱穀作業をせず、根刈りをしてもその穂を搗き臼で搗いて脱穀・粉摺り・(部分的)精白を同時にこなすことが多かったからである。

その後14世紀半ばごろには搗き臼によらず、「こぐ」脱穀がされたという記述があるがその用具は不明で、依然として脱穀と粉摺りとは引き続いた連続作業とされている。「こぐ」脱穀がされたなら、粉が得られるはずだが、はたしてどの程度それが流通していたのかは不明である。

15-16世紀になれば粉での上納が規定されている記述があり、さらに玄米流通が一般化した17世紀以降にも地域によっては粉で流通する場合があったのだから、たしかに粉流通というものが存在したことはあったのだろう。しかし他方、粉流通の始まる以前には穂束と並んで玄米での流通が(部分的に)あって、それがしぶとく生き残ってもいたのである。

だから、米流通の形態が、穂束-粉-玄米というよ

うに直線的に「進化」してきたというのは誤りであり、玄米流通は粉流通にむしろ先だって(部分的に)現れていたのである。粉流通は、穂束流通や玄米流通にくらべるならば歴史上の比較的短期間だけ存在していたに過ぎない。

16-17世紀に至って世の中が忙しくなり、都市住民が増え、商工業者や芸人や僧侶やその他非農民の活動が活発化し、各種産物の輸送や取引が全般的に盛んになるにつれて、それまでの粉流通(があったとすれば)の不便さと玄米流通の便利さが強く感じられ、さらに上述のような社会的状況もあり、玄米流通が全国化するに至ったのであろう。

### 5. 1. 14 玄米流通を可能とした自然的条件

そもそも日本でこうして玄米流通が可能であったのは、ひとつには、この国が米産国としては例外的に、熱帯ではなく温帯に位置していたということ、またこれに加えて、栽培種の稻が短粒の日本種であったということによる。

玄米流通とは米が玄米のかたちで流通・貯蔵されるということだが、前述のように日本ではおそらく手間をかけて玄米を貯蔵していた。だからこそ低温倉庫のなかった時代にもどうやらかろうじて長期貯蔵ができたのである。梅雨から夏にかけては高温・高湿となり、その期間を越した米はかなり痛んではいたが、どうやら食べられた。これに対して、熱帯地域ではこうした努力をしても玄米の長期貯蔵はまず不可能である。

また短粒の日本米は、脱穀するのは困難だが、粉摺り、すなわち粉殻を剥くのは長粒米に比較して容易である(このことは、粉粒の2枚の粉殻が噛み合っている部分の長さが短粒米では短く、長粒米では長いことからも直感的にわかる)。したがって、粗野な粉摺り用具、すなわち初期には搗き臼、その後は木臼や土臼などで粉摺りすることができた。だからこうした原始的な用具しか持たない貧しい農民にでも粉摺りして玄米を産出することができたのである。

長粒米でも同様な道具で粉摺りすることができないわけではないが、その場合にはおびただしく碎米を生じる。だからインド種栽培地域では、現在では、農家は粉のまま販売し、粉を買い取った精米業者が機械をもちいて粉摺り・精米をする。しかし機械がまだなくて商品流通が未発達だった時代には、農家や商人が木臼や搗き臼などで粉摺り・精米するしかなかつただろう。この場合、粉摺りされてできた玄米はその表皮が甚だしく傷つけられているから、暑い熱帯地域ではたちまち酸敗してしまう。そこでさらに搗いて糠をよく取り除き、白米にまで仕上げるほかはない。小麦と違つ

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

て商品作物というよりは自給作物としての性格の強い米では、碎米を多く含んだ米でも甘受されたのではなかろうか。

典型的なインド種栽培地域である南アジアでは、おそらく糊摺りを容易にし精白による碎米の発生を避けるためにパーボイル法(\*)が発明されたのだろう。パーボイルをすれば糊殻の口があくからごく簡単に糊摺りができるし、米が硬くなるから臼で搗いて精白してもほとんど碎米がない。パーボイルの利点はいくつもあるが、最大の狙いはこの点にあったと類推される。インド種に多い未熟米も、パーボイルすることによって粉碎されずに活用できる。

\* パーボイル法とは、粉を1.2日水に浸して充分に吸水させ、その後短時間蒸したり茹でたりし、その後乾燥するもの。パーボイルによって粉の糊殻は少し口をあけ、米のデンプンがアルファ化して糊化し、熱によって虫卵が死滅し、糠の油分を酸化させる酵素が破壊されて貯蔵性がよくなり、さらに糠や胚芽のビタミンやミネラルが胚乳層に拡散するので精白した白米の栄養が改善される。また炊飯したときに粘りが少なくなるのでその食味を好む人々には愛好される。

パーボイルすることによって糊摺りが容易になるだけでなく、通常の糊摺り・精米では粉碎されてしまうような未熟米・劣等米も粉碎されず米として生かされる。

現在ではパーボイル米はインド・パキスタン・バングラデシュ・スリランカなど南アジア諸国で生産・消費されているほか、アメリカ・イタリア・タイ・ビルマなどでも生産され世界中に輸出されている。南アジア地域では精米歩留まり向上と白米の栄養価改善となるため公的に推奨されているが、欧米では米の付加価値向上という面が大きい。

かつてのパーボイル米は冷水に長時間浸漬したので黄褐色を呈し悪臭があったので下等な米とみなされていたが、現在の加工法では温水で短時間浸漬し清潔な処理をするので色も普通の米とほとんど変わらず悪臭もなく、むしろ高級米として流通するようになっている。

だからもし日本が温帯に位置し、かつ短粒種の米を栽培するという条件がなかったとしたら、いくらやりたくとも玄米流通はできなかつた筈である。

今ではどこの国でも動力糊摺り機があるからどんな米でもやろうと思えば農民が糊摺りできるし、低温倉庫を使えば玄米でも安全に貯蔵することができる。しかし500年以上も前に日本ではそれができる条件が備わっていたのである。

## 5.2 明治以降、20世紀半ばまで

### 5.2.1 明治維新

1868年、明治維新が起こり、300年近く続いていた徳川時代は幕を閉じ、新しい中央政府が成立する。それまで現在の各県にほぼ相当する地域を各大名の藩が分割統治しこれを徳川幕府が統括支配していたのがすべて廃され、それに代わって新政府が直接管轄する地方自治体として再編成された。それまでの鎖国も廃し、

知識・技術・経験を世界に求め、近代的国家をつくるべく行政・司法・産業・教育・軍事等の刷新をめざした。

農業技術や農具も、これを機に急速な展開を見せるようになる。

### 5.2.2 足踏み脱穀機の出現

明治初年、欧州の脱穀機すなわち「スレッシャ」が紹介されたが、これは大きすぎて日本の零細經營では使えず、また稻藁ごと機械に投げ込む方式だったから、日本では貴重な資源であった藁の損傷が甚だしかった。しかしこれに刺激を受けて各種の回転脱穀機の工夫が出始めた。

19世紀末から20世紀初頭にかけては回転式の千歯がいくつも考案されている(図5-23)。これは手で稻束を持って引くかわりに、回転胴のまわりにこぎ歯を植え、手持ちの稻束から粉をこぎ取ろうというものである。その後の足踏み脱穀機と同様、ペダルを踏んでクラシク軸を回し、それを歯車で增速して回転胴を回す構造だった。しかし回転胴の周囲数カ所に千歯とほぼ同様のこぎ歯を植えたので、稻束を当てると急激な抵抗があって回転を持続できなかった。それで弾み車を追加したり、歯の配列をもっと分散したり、歯を短くしたり、歯の形状を工夫したりと、数多くの改良と試行錯誤が積み重ねられた。

そうした努力が積み重なって、1910年前後に各地で相次いで足踏み式回転脱穀機が発表され、1920年ごろにはさらに様々な形式のものが現れた。それらに改良が加えられながら量産・淘汰され、数年のうちにほぼ現在見られるような形式に落ち着き、1925年ごろにはこれまで200年以上も使われ続けた千歯をほとんど駆逐してしまった(図5-24)。

かつて千歯がこぎ箸の作業能率を大幅に改善し、今度は足踏み脱穀機が千歯の能率をさらに改善したので

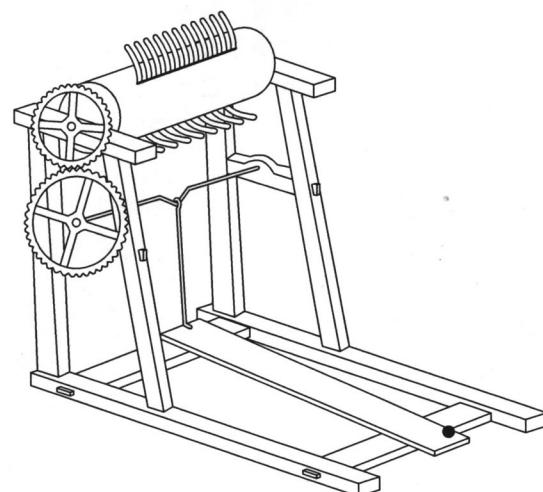


図5-23 回転式千歯

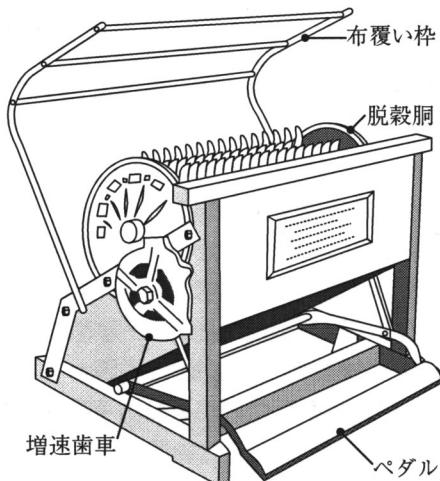


図 5-24 足踏み脱穀機

ある。だがその改良と工夫の経過をみればわかるように、足踏み脱穀機は千歯とまるで違うところから、突如として出現したものではなく、また脱穀の原理も「こぐ」ことから「叩く」ことに変わったのではない。千歯の延長上に足踏み脱穀機が成立したのであり、それが改良・洗練されてまるで違った形状・性能・能率のものに発展するに至ったのである。

足踏み脱穀機が実用になるうえでの技術的進歩について以下の点が指摘されている。

1. 機体が簡易・堅牢な三角型構造となったこと。
2. 弾み車がこぎ胴の側板と一体になったこと。
3. こぎ歯が構造簡単で性能のよい逆V字となつたこと。
4. 踏み板が長くなり、両足を交互に使えるようになったこと。
5. 部品が互換性のある大量生産向きになったこと。

最終的な形に落ち着くまでに、毎分踏む回数、増速比、こぎ胴の周速度、衝撃の分散と均分化、こぎ歯の大きさ・数・形態・配列の検討、軽量化、製造の容易化、維持修理の便宜、全体の構造などについて夥しい研究と試行錯誤とが重ねられた。こうした研究・開発がほとんどすべて民間の手によってなされたことは注目に値する。

この機械には球軸受や鉄製歯車による増速装置などが組み込まれているが、1900年代に近代的商工業が成立し機械製品の製造・流通がすすんだことによってこれが量産され急速に普及したのである。足踏み脱穀機は人力駆動とはいえ農民が手にした初めての農業機械である。この機械によって日本の小型農業機械化の幕が切って落とされたといつても過言ではない。

前述したように、インド種稻では脱穀するのに「こぐ」必要はなく、叩きつければよい。麦でも同様で

ある。だから英語では脱穀機のことを thresher あるいは thrasher、すなわち「叩くもの」という名で呼ぶ。thresh, thrashなどの語の原義は「棒などで叩く」の意なのだが、それが「脱穀する」という語義に転化している。

しかし、こぎ箸や千歯は「叩く」のではなく「こぎ取る」のであるから、これらの用具によって「threshingする」というのはあまり適切な表現ではなく、誤解を生じる可能性がある。

それでは足踏み脱穀機はどうか。これはこぎ箸や千歯とは違って、その「こぎ歯」が稻穂を「叩いて」脱穀しているのだという見解もある。もしそれが正しいとすれば、現在足踏み脱穀機の英語として広く使われている pedal thresher という語も字義どおり正当だということになる。

しかるに、足踏み脱穀機の開発初期の研究で、こぎ歯の径が粉粒よりも大きいと粉に害をあたえる（碎米を生じたり穂切れを生じたり）ので 8 番線（径 4mm）が適当とされ、これはその後の動力脱穀機でも踏襲されている。そして脱穀機が穂から粉粒を分離する状況をとらえた高速度撮影の映像を見ると、逆 V 字形の鋼線のこぎ歯は粉粒を叩き落とすのではなく、粉の根本をからめとるようにしてむしり取っていることがわかる。つまり、足踏み脱穀機や動力脱穀機になっても、依然として「叩く」のではなく「こぐ」脱穀がされているようである。

これと比較して、国際稻作研究所（IRRI）が開発したインド種稻用の農家向け投げ込み式動力脱穀機「軸流脱穀機」 axial-flow thresher では、こぎ歯に径 10mm 前後のボルトを用いている。だからこれは「叩く」脱穀機だと云えよう。欧米の「スレッシャ」では、脱穀胴にこぎ歯ではなくその軸方向に平行なラスプバーという棒による突起を使っているから、これは間違いくなく「たたき」脱穀である。

インド種栽培地域では叩きつけたり踏んだりして簡単に脱穀できるから、足踏み脱穀機などを使うには及ばない。それにも拘わらず、最近ではこれら地域でも現地製足踏み脱穀機が使われ始めている。これは藁を持って叩きつけるというような手作業よりも機械を使う方が「進んだ」合理的な作業だと信じられているからかも知れない。あるいはインド種稻でも最近の高収量を狙った品種の場合には脱粒難になってきているのかも知れない。稻の品種特性として、日本種でもインド種でも、収量増を狙うと多分蘖性、登熟均一化などとともに脱粒難になっていくようである。

### 5.2.3 動力脱穀機

足踏み脱穀機が発明されると、これを動力化する試

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

みがただちに現れた。1910年代からすでに足踏み脱穀機をそのまま動力駆動する試みがあった。

しかし動力駆動の利点は人の筋力という原動力の制約から解放されるという点にある。したがって多くの動力脱穀機では足踏み脱穀機の人力をたんに動力で置き換えるということにとどまらず、足踏み脱穀機では原動力の制約上つけられなかった唐箕をとりつけ、脱穀と同時に粉の選別ができるようにしている。これによって脱穀後の粉精選が大幅に簡易化されるようになった（図5-25）。

初期の動力脱穀機は足踏み脱穀機と同様にこぎ胴の上側で稻をこぐ形式だったが、これだと稻束を上へ跳ね上げてしまうので、後には下こぎ、すなわち胴の下側でこぐ方式が採用されるようになった。下こぎではこぎ歯と受け網とのあいだで穂切れがこすられてばらばらになるという利点もある。

こぎ胴は直径40cm前後、長さ45cmから75cm程度で、短いものは一人用、長いものは2-3人用である。こぎ胴を上下あるいは前後に2本配置した形式もあったが、あまり普及していない。

たいていの動力脱穀機は唐箕が付属していて稲ゴミを機外に排出し、受け網を通って下に落ちた粉は風選されて1番口に良粉、2番口に未熟粉やしいなを落とす。1番口に落ちた粉はスクリューコンベアで片側に集められ、揚穀機（スローアーまたはバケットエレベータ）で持ち上げられて袋に受けられるようになっているものが多い。

動力源は、小型内燃機関（石油機関）または電動機

による。1920-30年代に農村電化が進んだので電動機もかなり使われたが、全国的に見ると内燃機関によるものの方が多い。しかし電動機は操作が簡単で故障も少ないので、東北地方のように脱穀を屋内作業でやることが多い地域ではとくに好まれた。

諸外国の動力脱穀機は刈り取った稻藁をすべて投げ込む形式（「投げ込み式」という）だが、日本の動力脱穀機は足踏み脱穀機と同様に、藁を手で保持して穂だけを機械内に入れて粉をこぎとる形式（「穂こぎ式」または「手持ち式」という）である。

日本では上記のような経緯で足踏み脱穀機が成立しそれが動力化されたのだから自然に穂こぎ式になってきた次第だが、その後になんでも投げ込み式をとらない理由は、藁を加工用に利用するからだけではなく、日本種稻は脱粒性が悪いからそれではよく脱穀できないからである。さらに、日本種の稻藁は強靭でインド種藁のように容易に千切れず、機械内に詰まりやすい。また、投げ込み式は必要馬力が大きいという不利な点もある。

1930年代に食糧自給のため水田裏作として麦栽培が奨励されるようになると、稻の収穫時期と麦収穫の時期に労働が集中するので動力脱穀機の必要性が高まり、普及が加速していった。そして日中戦争とともに農村労力が不足し始め、普及のテンポはさらに上がったが、第二次大戦開戦とともに資材の不足、さらに石油の不足で頭打ちとなった。

しかし戦前には動力脱穀機が普及したといつても、全国的にみるとまだ足踏み脱穀機で脱穀している

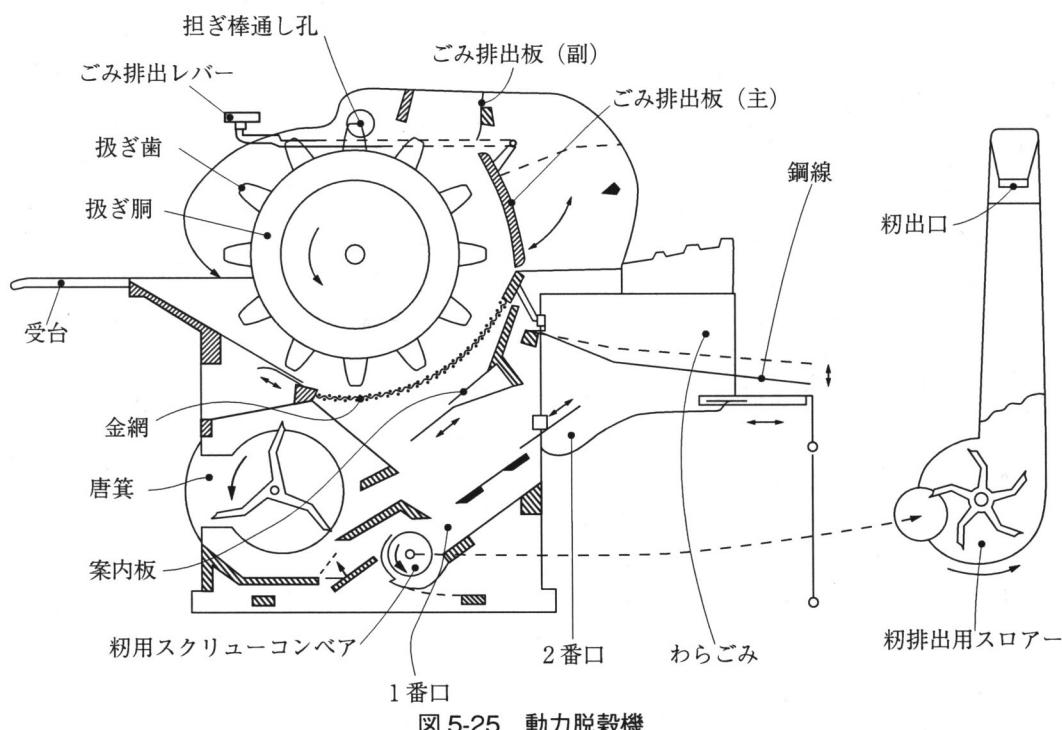


図5-25 動力脱穀機

面積の方が多かったようで、動力脱穀機とは名ばかりで足踏み脱穀機を動力で回したに過ぎないようなものが多く、唐箕などの選別装置つきのものは少なかったようである。動力脱穀機の爆発的な普及は第二次大戦後になる。

動力脱穀機（動脱）開発の初期である1920年代に、すでに自動動力脱穀機（自脱）、すなわち稻束を手で持てこぐのではなく稻束をチェーンに挟んで供給する機械が現れたが、当時は高価であり需要がなく、第二次大戦後になってからこの型の機械が広く使われるようになった。

#### 5.2.4 新しい粉摺り機の出現

明治になってから、200年以上も使われ続けてきた土臼に代わるもっと性能の良い粉摺り機を開発しようという試みがいくつもあったが、とくに1910年ごろから玄米の品質規格が統一され米穀検査制度が確立されるようになると、より優れた品質の玄米を摺り出すような粉摺り機が強く求められるようになった。

そしてまず現れたのはゴム臼であった。これは機械全体は金属製だが原理は土臼と同じで、上下の臼の粉摺り面をゴムにしたものである。土臼と違って動力駆動専用であって、唐箕が付属していて粉殻を吹き飛ばすようになっている。この機械は土臼よりも能率が高く、米質を損じることが少なく、運搬にも便利だったので、一時はこれを使う賃摺り業者が大勢現れた。しかしこの機械は価格も高く、多くの動力を要したのであまり普及しなかった。さらに、連続運転するとゴムが熱を持ち摺り出された玄米がゴムの臭気をもち貯蔵中に変質するということがあり、ゴムの耐久性もあまりよくないなどという欠点もあった。

次に現れたのは、遠心式（衝撃式）粉摺り機で、発明者の名をとって「岩田式粉摺り機」と呼ばれた（図5-26）。この機械は高速で回転する円盤から粉を遠心力で周囲に投げ出し、それを囲む金属製ケースの内側の浅い円錐形のゴム壁（衝突板）に衝突させることによって粉摺りするものである。この機械は碎米が出るという欠点はあったが、必要動力が少なく、能率も高く、摺り出された玄米に胴擦れが少なく光沢があるので広く歓迎され、1930-31年には市場を席巻した。

しかし発明者がこれを特許と実用新案で固めて容易に他社に生産を許さなかったので、他社の多くはゴムロール式粉摺り機の改良に走り、その性能が顕著に向上了ないので、遠心式粉摺り機の一人舞台は長くは続かず、1935年にはすでにゴムロール式粉摺り機が大勢を占めるに至った。しかし遠心式粉摺り機はゴムロール式粉摺り機にくらべて構造がずっと簡単で製造容易・安価なので、第二次大戦後になって特許が切れて

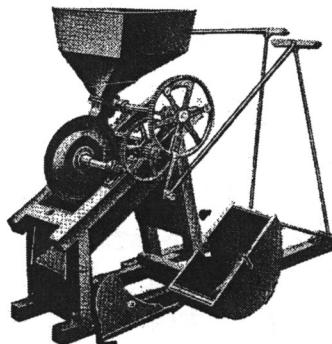


図 5-26 (1) 遠心式粉摺り機（手動式）

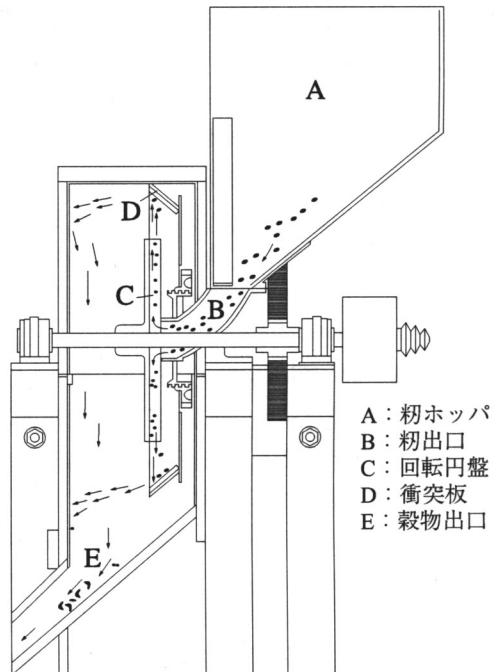


図 5-26 (2) 遠心式粉摺り機（動力式）

以後、各社で同形式の粉摺り機が再び作られ始めている。海外でも戦後になってタイ・フィリピン・インドネシアなどで遠心式粉摺り機が試作された。日本のものは回転軸が横軸だったが、縦軸のものも横軸のものも試みられた。

ジャワ島では1970年代初期に、農村の小型賃搗き精米所でエンゲルベルク式機械が2台あって最初の1台を粉摺り機、2台目を精米機として使っている場合に、最初の機械を遠心式粉摺り機に置き換えるのが流行したことがあった。この遠心式粉摺り機は現地製の横軸のもので、ゴム製の衝突板には古タイヤの側壁が使われていた。しかしこれらの精米所も今では遠心式粉摺り機はほとんどゴムロール式粉摺り機に置き換わり、2台目のエンゲルベルク式精米機はたいてい噴風摩擦式精米機（後述参照）に代わっている。

ゴムロール式粉摺り機とは、僅かの間隙をもって水平に並んだ逆方向に回転する2つのゴムロールのあいだに粉を落として粉摺りをするものである（図

5-27)。ゴムロール式粉摺り機の発達初期には種々の形式があったが、結局、同径のゴムロール2個を使う現在の形が大勢を占めるようになった。

一方のロールが他方よりも回転速度が速い、すなわち周速度が大きいから、上から落ちてロールに挟まれた粉はロールの表面によって粉殻をはぎ取られる。ロール間の間隙は粉の種類などに応じて調整できるが、だいたい粉の厚みの半分から2/3程度にする。ゴムロールは弾性があるので、粉の厚みが少々異なっていてもロール間に挟まれ、粉摺りされる。したがって前代までの粉摺り用具では粉摺りされなかつたような多少未熟な粉でも粉摺りされる(\*)。

粉がロール間を通過したときにすべての粒がことごとく粉摺りされるわけではなく、粉の乾燥度合いや品種にもよるが、10-20%の粉は粉摺りされないままに落ちる。だからそれらの粉（返り粉）は万石を使って玄米から分離してふたたび粉摺り機に返す必要がある。この点は木臼や土臼や他の形式の粉摺り機とも同じことであるが、1回通過で粉摺りされる粒の割合はそれらの場合よりもずっと高いし、玄米に傷もつかない。

\* この点が外国の大型商業精米所で使われている円盤式粉摺り機との決定的相違点である。円盤式では粉摺りする円盤面がセメントであり弾力がないから、円盤の上下間隔よりも寸法の小さな粉は粉摺りされない。だから返り粉はふたたび同じ粉摺り機に戻しても粉摺りされない。それで円盤式粉摺り機を使う場合には円盤間隔を狭めた「返り粉用粉摺り機」をも別個に併設しなければならないが、これは配置も複雑になり経費もかかる。ゴムロール式の場合には、返り粉は二度目には粉摺りされるから同じ粉摺り機に戻せる。

しかし、ゴムロール式粉摺り機ではゴムロールが消耗したら購入しなければならないが、円盤式粉摺り機の場合には円盤自分で補修できるという利点がある。

1回通過で粉のすべてが粉摺りされない理由は、ロールの間に粉が落ちるときに水平になる（粉の長軸

がロール軸と平行になる）粒があり、こうした粒はロールでこすられることなく粉の長軸まわりに自転してしまうから粉摺りされないのである。このことは粉粒を長手方向に落としてみればすべての粒が粉摺りされることによって確認できる。だから粉を落とすときにもし粉粒の向きを長手方向に揃えられれば1回通過ですべての粉が粉摺りされ（返り粉がなくなる）、粉・玄米選別機が省略できる。それを実現するため多くの努力が払われているがまだ成功していない。

ゴムロール式粉摺り機で摺り出された玄米の表面にはゴムの黒い汚れがつくことがありこの機械の欠点とされたが、これはのちに白色ゴムを使うことで解決された。

ゴムロール式粉摺り機の処理能力は、ふつうロール幅（直径ではなくロール円筒の高さ）によって表示される。能力は粉の品種、ロール間隙、回転数、両ロールの周速度差率などによっても変わる。ロール幅は慣習的にインチ表示であり、 $2\frac{1}{2}$ , 4, 6, 8, 10インチの規格がある。農家用の機械は6インチ以下で、8インチ以上のものは外国の大型精米所用であり、のちに日本でもライスセンタなどで使われるようになった。

既述のようにインド種粉は日本種粉よりも粉摺りされにくいかから、同じゴムロール式粉摺り機を使っても日本種ほど能率が上がらない。またインド種は粉殻に珪素をよけいに含んでいて硬いから、ゴムロールの摩耗も大きくなる。

機械式粉摺り機（遠心式とゴムロール式）によって摺りだされた玄米は、これまでの粉摺り用具（土臼や木臼など）によるよりも胴擦れ米が少ない。だが、胴擦れ米が少ないとということは同じ体積でよけいの重量の米がはいることになる（胴擦れがあれば表面が粗になるので粒の間が広がる）ので、容積取引であった当時、小作人にとっては事実上の小作料増加となる。それで地主が機械粉摺りをするのに小作が反対して争議になったこともあった。

自作農や地主は玄米が高い等級となるので機械粉摺りすることを望んだが、粉摺り機は高価でなかなか買えなかつたので、これを持つ農家に借りにいったり、賃摺り業者に粉摺りを頼んだり、あるいは共同購入して村の共同作業場で利用したりした。したがって機械式粉摺り機の利用率はきわめて高く、その普及台数から考えられる以上によく使われ、1930年ころには主要稻作地帯では粉摺り作業は100%機械化されていた。

これは動力脱穀機は個人所有が多く、その利用率もあまり高くはなかつたことと対照的である。脱穀作業は粉摺り作業よりも過酷な労働なのになぜその動力化的普及が粉摺作業よりも遅れたかというと、脱穀の動

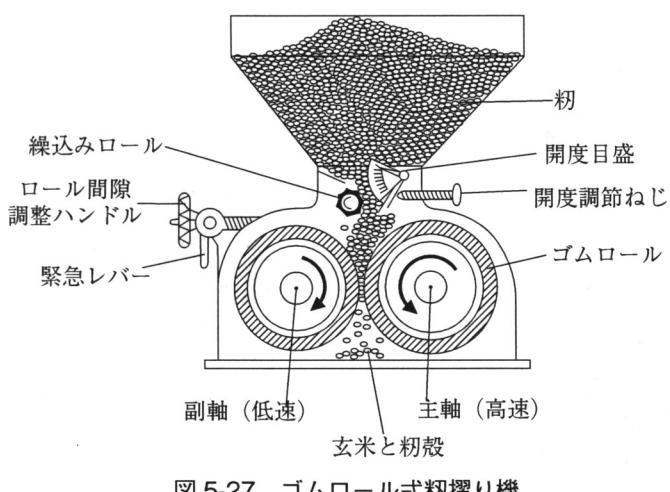


図 5-27 ゴムロール式粉摺り機

力化はたんに仕事の能率が上がり労働が楽になるということなのに対し、粉摺りの動力化は能率向上や労働軽減のみならず製品の品位を向上させる機能があったからである。ここに収穫後処理作業機械化の特質がはっきりと示されている。

初期の遠心式粉摺り機にもゴムロール式粉摺り機にも唐箕は付属していて粉殻は吹き飛ばされるようになっていたが、粉摺り機から出るのは玄米と粉との混合粒である。これは別の道具である万石に通して玄米と粉とに分離し、粉は粉摺り機に戻さなければならぬ。これはきわめて煩わしい。

それで1930年代半ばごろから、「全自動粉摺り機」が使われるようになった。これは粉摺り機に万石と揚穀機とを組み合わせ、粉摺り機から出た粉と玄米との混合粒を万石に落として玄米と粉とに分離し、粉はふたたび粉摺り部に戻し、純粋な玄米だけが機外に取り出せるようにしたものである（図5-28）。これによって粉摺り作業はきわめて能率的なものになった。1940年代以降は、農家用粉摺り機といえばほとんどすべてこの全自動粉摺り機となった。

なお既述のように万石は長粒種には適用困難だから、万石を組み込んだ全自動粉摺り機を輸出しても長粒種ではうまく使われない。海外の小規模精米所では、

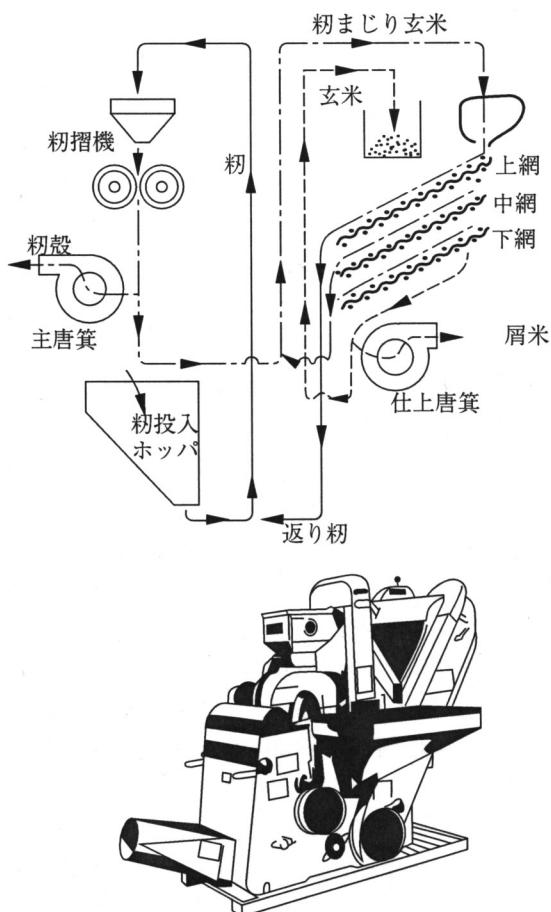


図5-28 全自動粉摺り機

ゴムロール粉摺り機に唐箕だけついたものを使って、出てきた粉まじりの玄米をそのまま再度粉摺り機に投入していることが多い。これによって玄米は必要に2度も粉摺り機を通過することになり動力も無駄に使われることになるが、残留粉はほとんどすべて粉摺りされる。

海外用に作られているゴムロール式粉摺り機と精米機との一体型の機械では、粉摺り機から出てきた混合粒をそのまま精米機に流し込んでいる。これで支障がない理由は、組み込まれている粉摺り機の両ロールの回転差率を大きくして粉摺り割合を高くしてあることと、精米機が摩擦式なので多少の粉は玄米と一緒に精白されてしまうことによる。

日本では粉摺り機に huller という英語をあてていることがあるが、これは海外では誤解を招く。なぜなら、huller とは世界の多くの地域で小形精米所で使われる粉摺りと精白とをひとつの機械で同時に使うもの（大半はエンゲルベルグ式粉摺り精米機）を指す。つまり、huller とは粉摺りだけでなく米を白くする機械である。「日本から huller を買ったが米がさっぱり白くならない」という苦情もあった。

だから huller mill とは小型精米所のことであり、大型の商業的精米所 commercial mill との対をなす。上記の粉摺り機と精米機とを組合せた一体型粉摺り精米機は huller の仲間に数えられる。

Hull も husk も粉殻を指し hulling も husking も粉摺りという行為を指すが、粉摺り機を指す英語は、husker, dehusker, husking machine などを使う方が誤解が少ない。インドなどでは粉摺り機を指すのに sheller という語も使われる。インドで大型精米所を sheller mill と呼ぶことがあるのは、huller ではなく精米機とは別個の粉摺り機 sheller を備えた精米所の意である。もっともパキスタンなどでは小型精米所を husking mill と呼ぶことがあるから、husker という語を使っても絶対に誤解が避けられるというわけではない。

## 5.2.5 製縄機

足踏み脱穀機（または動力脱穀機）と全自動粉摺り機によって脱穀と粉摺り作業はずいぶん楽になったが、篩分けや縦線米選機による玄米の選別作業は残っている。だが、それよりももっと手間のかかる仕事は、俵編み、縄ない、筵編みなどの藁仕事である。

これらの作業の機械化のために、藁打ち機・製縄機・縄仕上げ機・筵編み機などが現れた。それらを使えば能率が上がるが、普及は限られていた。

これらの機械のうちもっとも普及したのは製縄機（図5-29）で、手作業に比し能率を大幅に改善できる。

これはかなり構造複雑な機械だが、必要動力が小さく人力駆動で使うこともできた。

### 5.2.6 第二次大戦直後の動力脱穀機と粉挽き機の急増

明治以降になっても農民の暮らしはあまり改善されず、依然として米作農民でも米をあまり食べられないという状況が続いた。日中戦争・第二次大戦の期間でも、軍隊に行けば白い米が腹一杯食えるといって兵役に服した農民がいた。

第二次大戦末期から戦後にかけて食糧の配給が有名無実になり、さらに主要都市が空襲によって壊滅し、都市在住者が農村へ辞を低くして食糧を分けてもらいに行くようになったとき、歴史上初めて農民は都市住民にたいする優越感を感じることができたという。昔から士農工商といつて名義上は社会の第二位に位置しながら、最も苛酷な労働を営み最低の生活を強いられた他の階層からは馬鹿にされ続けていたのであるから。

そして戦後の急激なインフレによって余得を得、さらに農地解放によって自作農になると、彼らの経済的地位も社会的地位も目立って向上する。農民組合の結成も合法化され、その全国組織は日本最大の圧力団体となる。供出割当によって米を強制的に安く買い上げられるという不満があったが、農民の組織は政府買上げ価格値上げを毎年要求し、農村に票田を持つ保守党政権は忠実にこれに答え、さらに極端な農業保護政策によって政権の基盤を維持してきた。その結果農家所得はたちまち全国平均を上回るようになる。

そうした状況に至る以前にも、敗戦直後、余裕のできた農民がこれまでの過酷な労働から解放されるためには手に入れたのは動力脱穀機と粉挽き機と精米機

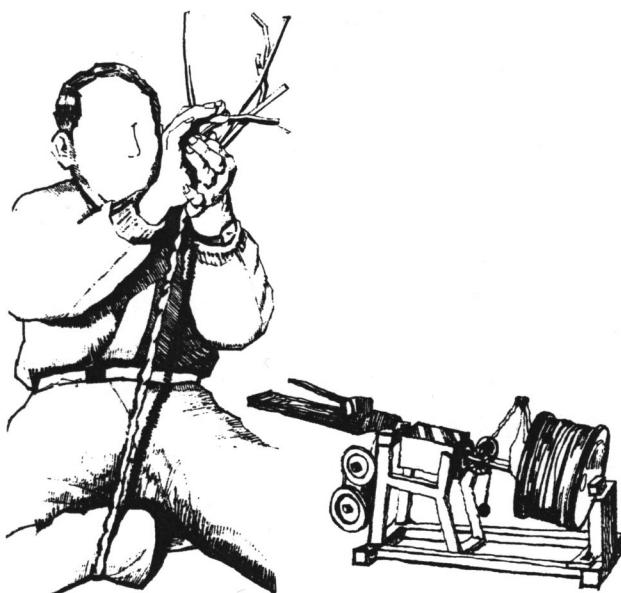


図 5-29 製縄機と手ない縄

だった。敗戦後、農業機械は急速な増加を示したが、それらのうちもっともめざましく増えたのは動力脱穀機であり、次いで動力粉挽き機だった。

これにくらべれば、戦後の農業機械化の象徴ともされている耕耘機やトラクタなどの普及はそれに10年も遅れている。これらの圃場機械にくらべて、動力脱穀機や粉挽き機などは戦前すでに技術的に確立されていたから、需要の急増にこたえて即座に大量生産できたからである。なかでも動力脱穀機は労働を軽減することが顕著なので急速に増加し、ついで動力粉挽き機が増えた。それまでは裕福な地主しか持っていた精米機も、ふつうの農家が持つようになった。

粉挽き機については、粉挽き作業は戦前すでに100%近く機械化されているのになぜ戦後に数が増えたのかというと、これまでの共同利用・借用などに代わって、農地解放によって生まれた多くの自作農が個人所有するものが増えたからである。だから粉挽き機は戦前の大型のものから戦後は小型の機械が主流となり、稼働率は低下した。

動力脱穀機についても、主たる使用者が戦前の大地主から零細な自作農に替わったので、小型の機械が主流となった。

戦後ただちに増加した動力脱穀機（動脱と略称された）は、最初は戦前と同様な機械であったが、まもなく「自動脱穀機」（自脱と略称された）に代わった。これはすでに戦前に原型ができていたものであるが、それに戦後各種の改良が加えられたものである。

自動脱穀機が従来の動力脱穀機と違う点は、稻束を挟んで供給するチェーンがあって、人力で稻束を保持している必要がないことである。人が稻束を保持してこぐ場合は、稻束をまわして均等にこぎ歯に当ててこぎ残しがないように努めるが、チェーンで供給する場合には稻束がこぎ胴の左側からはいって右へ水平に移動しながら自動的に脱穀され、右側から藁が排出されるようになっている。こうした動作に適合するように、自動脱穀機ではこぎ胴とこぎ歯の形状・配列に工夫が加えられ、さらにささり粒・穂切れなどをよく落とし、排塵に穀粒が混じないように風選機（唐箕）にも工夫が加えられている（図 5-30）。

従来の動力脱穀機と自動脱穀機との相違は、一見すると稻束をひとが保持するか機械が保持するかという些細な違いに過ぎないように見えるが、これによって必要労力が大幅に減り、さらに脱穀機に腕が引き込まれて怪我をするというそれまで多かった事故が後を絶ったのである。むろん穀粒損失も減り、また粉の精選もよくなっている。

粉挽き機についてはすでに戦前から全自動粉挽き機が使われているので、戦後ただちに構造・機能の大幅

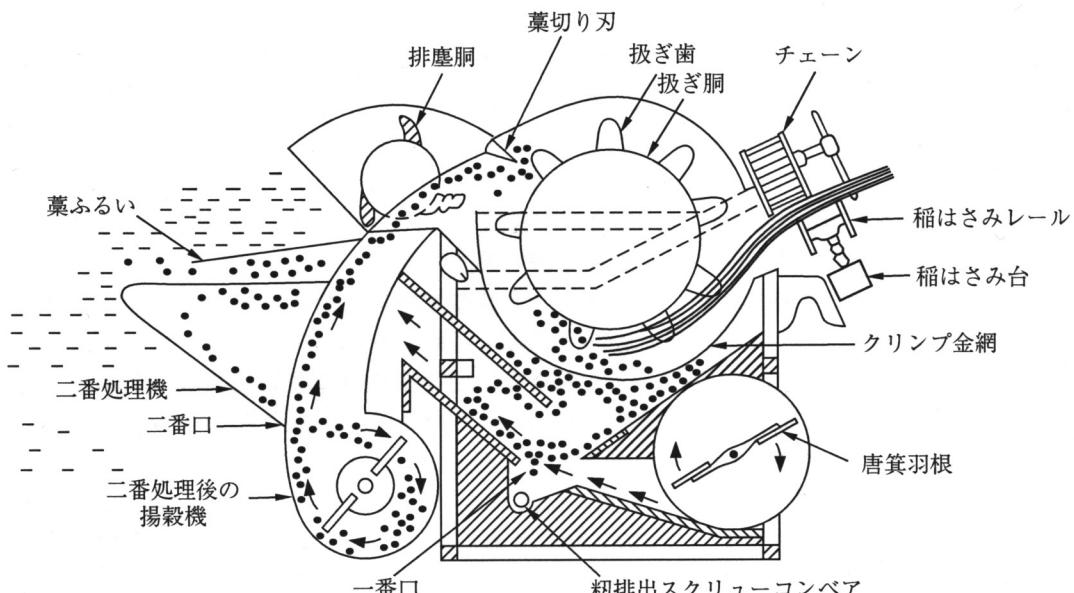


図 5-30 自動脱穀機

な変化はなく、小型化だけが進んだ。このあと、次の時代、すなわち稻刈りが手刈りから機械刈りに移る時代になってくると、粉摺り機に組み込まれた微妙な調整を必要とする万石が取扱い容易な揺動式粉・玄米選別機にとって代わられるが、それまで戦後 20-30 年のあいだは在来の形式の機械が使われた。

### 5.2.7 農家用精米機

世界の米作諸国では農民は米を粉で販売するのだから、自分で自家消費用の白米を作るということはあまりない。機械というものがなかった昔は、世界のどの国でも米作農家は自家消費用にとっておいた粉を自分で臼で搗いて白くしたことだろう。しかし現在では、日本以外のどの米作国でも農村の至るところに賃搗き精米所がある（アメリカ、豪州など大規模米作地域は除く）から、農民はそこに粉を持参して賃搗き料を払って粉摺り・精米をしてもらい、白米を受け取って帰る。

賃搗き精米所で使われている機械は、いわゆるエンゲルベルク式粉摺り精米機がまだ多いが、粉摺り機と精米機とを別々に持つものもあるし粉摺り機と精米機の一体型もある。そこでは副産物の糠が出るが、農民は米とともにこれを持ちかえることもあるし、賃料の一部として置いてくることもある。すなわち外国では一般に精米機は農家用の機械ではなく、粉摺り精米業者の持つ機械である。

しかし、日本の農家は玄米を販売するのだから、自家用に玄米を持っている。したがって米を消費するときには粉摺りの手間は不要で、精白だけをすればよい。精白だけなら簡単な機械で済み、しかも手でつくよりは遙かに能率的できれいな米ができる。日本の農家用精米機はたいてい 1 馬力以下の電動の小型摩擦式精米

機である。外国の賃搗き精米所では長粒種栽培地域でも例外なく摩擦式精米機を使っていて碎米が多いが、日本では短粒米だから摩擦式精米機でも碎米はほとんど発生せず、商業精米所の白米に匹敵する米ができる。

動力精米機は 1910 年代から農村でも大地主によって使われていたが、いずれも円筒摩擦式精米機（図 5-31）であった。そ

の原理は、米に圧力をかけて相互にこすり合わせ、それによって玄米の表皮（糠層と胚芽）をはぎ取るものである。臼と杵とで米を搗いて白くする場合もまったく同じ原理である（図 5-32）。

円筒摩擦式精米機では、投入口から入る玄米はねじロールで鋳鉄製円筒形の精白室に押し込まれるが、出口の蓋は錘で圧迫されているので圧力がかかる。米は精白室の中で精白ロールによって攪拌され、米粒同士の摩擦で皮（糠層）が剥け、精白された米は圧力に抗して出口から糠とともに排出される。

精白の程度を調節するには出口の蓋を抑えている錘の位置や数を変えて米にかかる圧力を変える。圧力を高くすればよけいに白くなるが、むやみに圧力を高くして一度に白くするよりも、あまり高くなない圧力で何度も機械を通して少しづつ白くした方が歩留まりも高く碎米も少なくなる。飯米用の白米にするにはふつう 3 回以上通す。

摩擦によって米には熱が発生する。ある程度米の温度があげて糠を柔らかくしないと糠ははがれず精白は進まないが、温度が上がりすぎると米は割れてしまう。ところが困ったことに玄米の表面は滑らかだから、圧力をかけて温度を上げても容易に糠がはがれ始める。それで圧力をさらに増すと、いくら頑丈な短粒米でも碎米を生じる。

これを解決するために、玄米表皮に傷をつけ玄米相互の摩擦を増すように、米に「搗き粉」を混ぜることがある（混砂搗き）。搗き粉とは砂や石粉などで、精白終了後に糠とともに除去することになっている。だが完全には除去しきれないで衛生上は好ましくない。だから日本でも他の国でも、搗き粉を使うことが禁じられることが多い。搗き粉を使わずに精白の能率

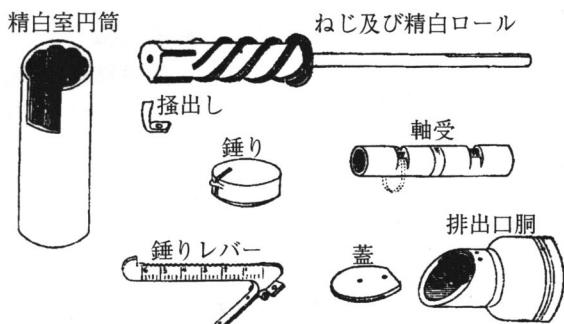
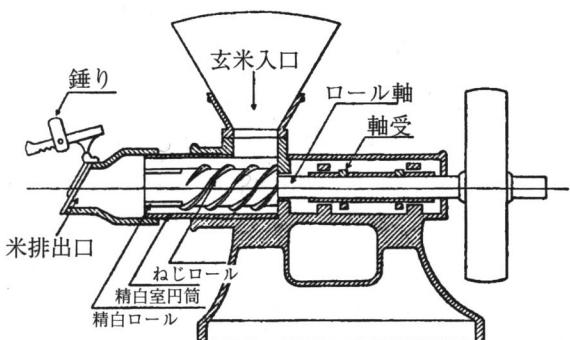


図 5-31 円筒摩擦式精米機

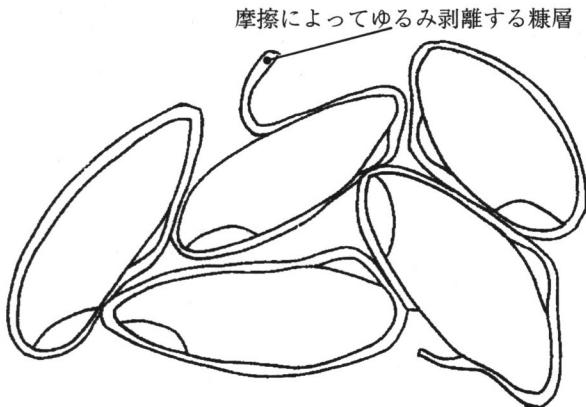


図 5-32 摩擦精米の概念図

を上げるために玄米に僅かに水を加えて摩擦をふやしたりもするが、それが碎米の原因になることもある。

精米機の本体は円筒摩擦式精米機とほとんど同じだが、米を何度も機械に通す手間を省くために、循環式精米機が使われることもあった。これは精米機上部についた玄米供給タンクの形を工夫してそこに一定の量の玄米を入れ、精米機から出た米が再びタンクに戻って精米を繰り返すようにしたものである。必要回数だけ循環したら排出口を開くと白くなった米が排出される。精白室の下部が金網になっていて、循環しながら精白されるときに糠はここから排出される。この機械は家庭用としてかなり長い間便利に使われていた。

1910 年代から 40 年間にわたって使われていた円筒摩擦式精米機の欠点を解決したのが、1950 年代に現

れた噴風摩擦式精米機である（図 5-33）。これは従来の円筒摩擦式精米機の精白ロールと精米室の形状・材料を改善し、さらに精白ロールを中空軸にしてそこから空気を噴出させるようにしたものである。この機械も後述する揺動式選別機や回転式米選機などと同様まず精米プラントに使われたが、それを農家向けに小型化したものである。

精白室は従来の短い円筒形の鋳物から細長い 6 角形または 8 角形の打ち抜き鉄板の金網となり、その内側に多数の突起があって玄米表皮に傷をつけ、また網目の全周から糠が飛び出すようにした。精白ロールは攪拌用の突起を軸方向に長くし、突起の根本から空気を噴出し、米の圧力を均等化すると同時に糠を精白室の外に吹き飛ばす。これによって米にかかる圧力が少なくとも精白が進行するようになり、発生する熱が噴風によって除去されて温度が下がるので碎米も減り糠がよく排出されるので、糠切れのよい美麗な白米がたった 1 回機械を通すだけで仕上がり運転に必要な動力も少なくなった。これによって混砂搗きは後を絶った。その特徴から商品名をとて「ワンパス精米機」と呼ばれることもある。たいていの米作農家は一軒に一台これを所有するようになっている。

一般に摩擦式精米機は玄米に圧力を加えて米粒相互の摩擦によって精白をするのだから、多少の糀が混ざっていてもそれは糀摺りされ、同時に精白されてしまう。日本の農家は自家消費用にも玄米を保存しているが、玄米は長期保存すると味が落ちるので自家用飯米の分だけは糀で保存していることがある。この糀から日々消費する少量の白米を作るとき、糀摺りをするのは煩わしいのでそのまま精米機に投入して糀摺り・精白を同時にやってしまう（糀精米という）こともある。むろん糀摺りと精白とを別々にするのにくらべて能率も歩留まりも下がり精米機の寿命も短くなるが、簡便な方法ではある。

## 5.2.8 農業機械化の様相の変化

戦後になって、稻藁で作られたそれまでの米俵に代わって輸入された麻袋が広く使われるようになり、また各種の化繊・合繊製品や紙製品などが社会のあらゆる分野で使われるようになった。これによって藁加工品は急速に姿を消していき、日本の社会から「藁の文化」が消えていった。

俵から麻袋、あるいはプラスチック袋、紙袋などに代わることにより、農家の玄米販売に必須であった米俵作りの仕事はなくなり、その労力はおおいに軽減されたが、同時に農家の収入源として重要な位置を占めていた藁加工という副業も消えた。

しかしいまや農民は従来のような藁加工などという

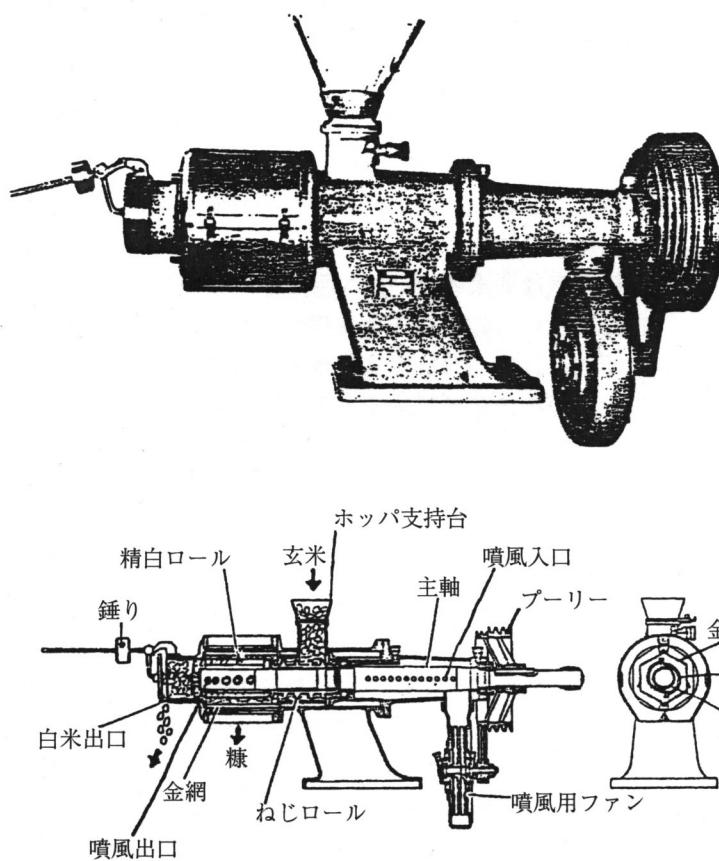


図 5-33 噴風摩擦式精米機

家庭内副業よりは、都市の商工業への出稼ぎあるいは通勤の方に忙しくなり、それからの収入が家計に重要な位置を占め、ときには農業収入を凌ぐようになっていった。1950 年の朝鮮戦争で日本の産業が息を吹き返し、続く高度成長によって農村から都市に労働力が急速に吸収されるようになっていたからである。

したがって農作業はこれまでの壮年男子中心の仕事から主婦や祖父・祖母らの仕事となり、亭主は勤務先の合間を見て休日に手伝うようになった。このころ「3ちゃん農業」という言葉が使われるようになったが、これは「かあちゃん、じいちゃん、ばあちゃんによる農業」の意であり、変化した農業の実態をよく示している。農作業から壮年男子が消えるようになると、「ゆい」などの共同作業の慣行は姿を消し、水利共同体の維持も困難になってきた。こうした状況から農業機械には力が要らず、安全で、婦女子にも操作容易な、作業の能率を改善するようなものが要求されるようになってくる。

1950 年代のなかばからすでに農外収入が農業収入を超える農家が出てきて、60 年代にはそれが農家の過半数を占めるに至ったが、社会的諸条件や法制的制約もあって彼らが農地を売り払って他産業に転業してしまうということは殆どない。壮年男子が工場や事務所に勤めて主たる収入を確保するかたわら、残りの家

族が依然として零細な農地を保持して米作農業を続けたのである。こうした農業を続けるには、たとえ高価であっても省力的な農業機械を使うしかない。農業収入と比較して農業機械への支出が過大だとする論者は、これを「機械化貧乏」などと揶揄したが、実はそれらの農業機械類は農外収入と農業収入との両立のために使われていたのであり、そうした批判は的を外れている。この時代以降の農業機械化は変化した社会条件に適応しようとしたものである。

20 世紀末になって農家労働力がいよいよ老齢化し、もはや農耕継続困難になってくると、政府の農地規模拡大方針とも相まって零細な農地が部分的あるいは全面的な委託耕作に出されるようになり、意欲的な専業農家がこれを借用したりあるいは取得したりして、20-30ha 程度ときにはそれを超える規模の経営を始めるようになる。そのようにして経営規模を拡大した専業農家にとっては、農業収入と比較した農業機械への支出、その経済性が検討されることになる。

### 5.3 機械刈りの時代

#### 5.3.1 米の機械刈りの試み

諸外国では 100 年以上も前から穀物の刈取りが機械化されているというのに、日本ではなぜこれまでできなかったのか。それは水田という湿地、倒伏することの多い稲という自然条件だけが障害だったのではない。小束結束の必要性、零細な経営規模、それに見合う安い機械の必要性という社会的条件を満たすことが困難だったからである。稲の刈取りというだけなら、アメリカでも豪州でもイタリアでもずっと前から機械化されているのである。

こうした条件下にあって、長いあいだ鎌による手刈りから脱却できなかったのだが、いよいよ深刻化する農家労働力不足と老齢化に対応するため、これを何とかしなければならない。それでは、鎌刈りを能率化する試みとして、1955 年ごろに人力で V 字状に開いた 2 枚の鋸刃を押したり引いたりして刈る用具が何種類も現れた（図 5-34）。

これらの道具は安価・軽量で、鎌のように腰をかがめる必要がなく、刈る能率も上がる。しかしこれを使うにはかなりの体力が必要であり、集束枠がつけてあって刈り取った稲が散乱しないようになっていたが結束作業は依然として残る。刈取りと結束とはほぼ

同程度の労力だから、刈取りだけを能率化してもあまり助けにはならない。また、これらの刈取り具は倒伏した稲にはうまく使えない。だからこれらの人力刈取り具は麦類の刈取りにはかなり使われたが、水稻の刈取りにはあまり使われなかつた。

動力刈取り機でも、刈取りだけを機械化した遊星歯輪式刈取り機あるいは往復動刃（バリカン刃）による刈取り機が1961-65ごろ使われた。これらは1m近くの幅で刈取り、刈り取った稲を集束してわきに置く（図5-35）。これらのほかにも様々な工夫があったが、いずれもごく短期間使われたに過ぎない。

### 5.3.2 バインダの出現

これらに次いで、往復動刃によって2-4条の株植えの稲を刈取り、同時に結束もする機械が現れた。これは低圧タイヤで排水不良田でも走行し、倒伏稲を引き起こす巧妙な機構がついた精密な機械で、「バインダ」と呼ばれた（図5-36）。

欧米のコンバインでも作物をリールで引き起こして刈取り部に導くような構造になってはいるが、これは倒伏した稲には対応できない。これに対しバインダについている引き起こし爪は、まるで鎌で手刈りするときの左手のように稲を引き起こしながら刈取り部へ誘導する。刈り取られた稲は専用の紐で小束に結束されて機外に排出され、地上に整然と並ぶ。

1966年ごろからこの機械が急速に普及し、機械刈取りは一気に現実的なものになった。この機械は高価ではあったが、上述したように多少高くても使いやすくて能率的な農業機械が求められる時代になっていたのである。

### 5.3.3 自走式自動脱穀機と生脱穀

自動脱穀機（自脱）によって脱穀作業はかなり楽な仕事になったが、脱穀する前に大量の乾燥した稲束を脱穀機まで運搬するという作業がある。しかし大量の稲束を脱穀機まで運ぶよりは、脱穀機を架干してある稲のところに移動する方が簡単ではないか。こうした考えから、自動脱穀機を自走式台車に乗せて圃場内を走れるようにしたのが自走式自動脱穀機である（図5-37）。これは1966年ごろから普及し始めた。日本語の商品名ではこれを「ハーベスター」と呼称しているが、刈取り機はついていないのだから適切な呼び名ではない。

台車の走行部はゴム製の無限軌道で

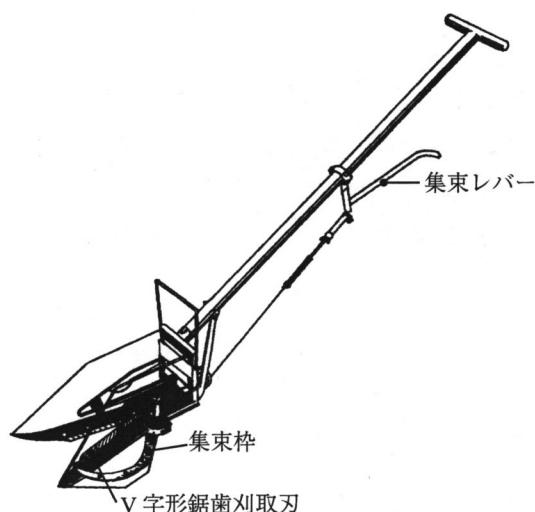


図 5-34 人力刈取り機

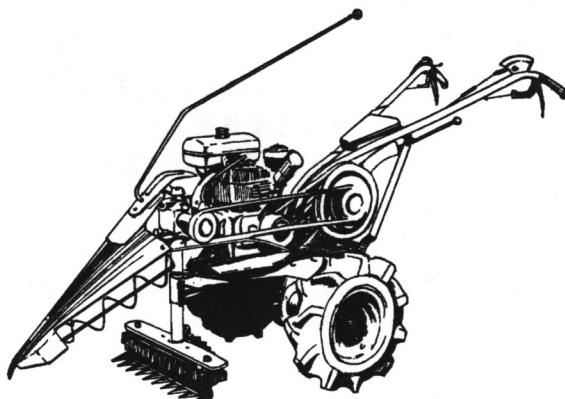


図 5-35 動力刈取り機

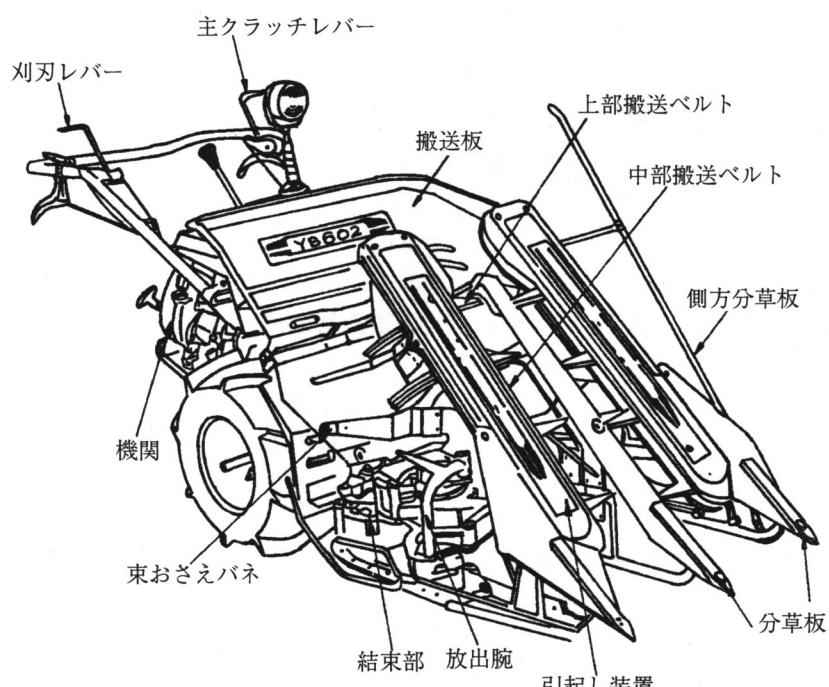


図 5-36 バインダ

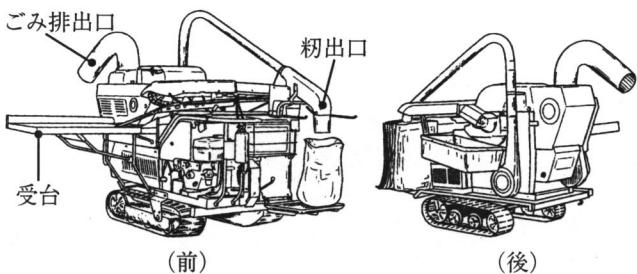


図 5-37 自走式自動脱穀機

接地圧を低くしてあるから、排水不良田でも走ることができます。また脱穀した粉をいれる袋を載せるか、あるいは粉タンクを備えている。乗せられている脱穀機は一見したところ従来の自動脱穀機に類似しているが、刈取り直後の稻や乾燥不良のものも脱穀できるように改良されている。

日本種稻は元來脱粒難だから昔から穗束にして扱うこともできたのだが、この脱粒難という性質は栽培品種では年代を下るにつれてますます強化されてきて、それに対応できるような性能が脱穀機に求められてきた。しかし生脱穀（なまだっこく。未乾燥の粉を脱穀すること）をするということは脱穀機にさらにいっそうの性能向上を求ることであり、そのために脱穀機を改良する試みが多年にわたって重ねられてきたが、こぎ残しや藁詰まりが頻発し、実用に耐える「生脱穀可能な脱穀機」はなかなか実現しなかった。

ところがここで自走式台車に乗せられている脱穀機では生脱穀ができるように改良されており、乾燥不良あるいは刈取り直後の稻でも脱穀できる。これはすなわち刈り取った稻の架干しを省略できる可能性を示すものであり、そうなれば省力効果はきわめて大きくなる。自走式自動脱穀機がバインダのあとをついていって、バインダが地上に置いていった稻束を拾い上げて脱穀すればいいことになる。

だから自走式自動脱穀機はバインダの普及とともに急速に普及した。自走式自動脱穀機のなかには脱穀後の藁を切断して圃場に散布する機能を備えた機種もあり、これによってさらに省力化が進む。一昔前なら藁は加工に利用する大切な資源だったが、今ではその用途はほとんどなくなり邪魔者扱いにさえされるようになってきている。

### 5.3.4 粉乾燥機が必須になる

これまで脱穀前に稻束のまま架干しによって乾燥するのを常としていたので、脱穀後の粉はすでに乾燥しており、多くの場合、粉の追加乾燥は不要であった。しかし収穫期に雨の多い地域もあり、そこでは乾燥不十分なまま脱穀するので、粉の追加的な乾燥が必要で

あった。収穫期に天候不良となる地域は穀倉地帯である東北・北陸地方に多い。乾燥不十分な粉は粉摺りの能率が上がらないだけではなく、摺り出した玄米に多くの胴擦れ米を生じ米の品質を落とす。だから粉乾燥は重要な問題であり、戦前から粉の人工火力乾燥が熱心に研究されてはいた。

だがいまや脱穀機の性能向上により生脱穀ができるようになりその慣行が普及するようになれば、天候不良地域だけではなく全国どこででも生粉（なまもみ）が発生するようになる。だから粉乾燥を必要とするのが一部地域だけではなくなる。むろん生脱穀ができるようになっても依然として従来通り架干しによって脱穀前に乾燥する農家はあり、そうした農家ではすぐさま粉乾燥機が必要とされるわけではない。だが、次の段階としてコンバインが普及するようになると粉乾燥の問題はいっそう深刻になってくる。

従来、乾燥不十分な粉を乾燥するのにはたいてい平形乾燥機が使われていた（図 5-38）。その多くは2m四方程度の大きさで、鉄板製の深さ 1m ほどの底なしの四角い箱をつくり、下から 30-40cm の高さに金網を張り、この上に粉を堆積して、金網の下から自然の、あるいは加温した空気を通風して粉を乾燥するものである。これは電動ファンと灯油燃焼炉とを購入すれば自作可能である。1960 年代まではこうした乾燥機が広く使われていたが、これはある程度乾燥されている粉をさらに追加して乾燥するにはいいが刈取り直後の高水分粉を乾燥しようとすると問題を生じる。

もし空気が充分に乾燥していれば、加温しない常温空気を通風することによって、粉は通風空気の湿度と平衡する水分まで乾燥しそれ以上は乾燥しない。だから常温通風なら下層の粉を過乾燥することなく安全に乾燥できるし、その通風量を多くすれば上層の粉も早く乾燥できる。だが天候が悪くて空気が湿っているときには常温空気では乾燥せず、通風空気を加温しなければならない。空気は加温することによって相対湿度が下がり乾燥能力が向上する。

粉は水分が高いほど早く変質するから、急いで乾燥しなければならない。平形乾燥機では下から通風するので堆積した粉は下層から乾燥し始めるが、上層の粉は下・中層の粉が乾燥するまで乾燥を開始しない。それどころか、下層から上がってくる水分の高い空気が上層の粉に結露することもある。それで乾燥を早めようと通風温度を高めると、下層の粉は乾燥速度が早すぎて胴割れを起こし、また過乾燥になる。日本米は急速な乾燥によって胴割れしやすく、一般に水分減少の割合が毎時 1% よりも速くなると胴割れすると云われている。

平型乾燥機ではこうした問題を避けるためにときど

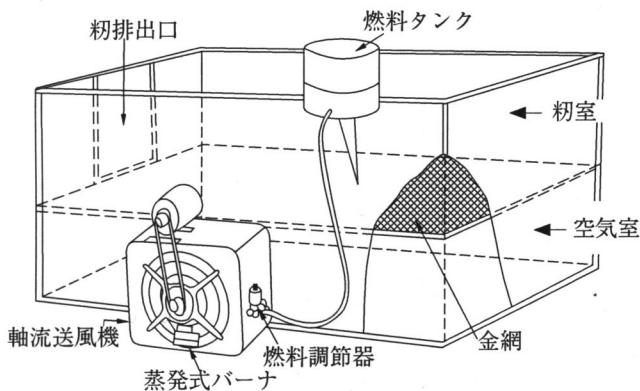


図 5-38 平形乾燥機

き上下の粉を攪拌する必要があるが、相当努力しても完全に乾燥むらをなくすことは難しい。

### 5.3.5 テンパリング乾燥機の出現

こうして生脱穀の実施によって収穫後の労働を大幅に省力化できるはずだったのが、高水分粉の乾燥という問題が障害となって立ち現れた。これを解決するには生粉乾燥を能率化するしかないから、これまでの静置式乾燥機に代わって循環式乾燥機が現れた。これは静置式よりもむろん価格は高いが、通風される粉の層が薄くなるので早く乾燥し、粉が流動するので乾燥むらがなく、攪拌の手間をかけなくても粉を均一に乾燥できる。循環式乾燥機は戦前からあったが、いずれも大形で個別農家が使えるようなものではなかった。

だが、循環乾燥をさせるなら、粉に絶え間なく通風するよりも間欠的に通風した方が燃料が少なくて済み、粉の胴割れも少なくなる。循環式乾燥機の下半分だけを通風乾燥部とし、その上部はただの粉タンクとして、粉を流下させながら循環乾燥させるという形式の乾燥機が 1966 年ごろ現れた。この機械では、個々の粉粒についてみてみると、粉は上部のタンクから少しづつ流下してきて、乾燥部を通過するときに短い時間だけ加熱空気に曝されて乾燥される。乾燥部を通過し終わると粉は揚穀機によってふたたび上部タンクに戻り、ふたたび乾燥部を通過するまでのあいだ時間を過ごす。つまり、この乾燥機の乾燥部は連続的に加熱空気を送風しているが、個々の粉をとってみると短い時間で乾燥部を通過したのち、長い時間タンクの中で休んですることになる（図 5-39）。

粉の乾燥部通過時間は短いので、通過し終わった粉の表面（粉殻）だけはカラカラに乾燥されるが内部（玄米）はあまり影響を受けない。そして上部タンクで次の乾燥部通過を待つあいだに、粉粒中の水分が内部（玄米）から外部（粉殻）に拡散し均分化する。すなわち、よく乾燥した粉殻に内部の玄米の水分が吸収され、その結果として玄米中の水分は下がり、粉殻は再び吸湿

する。粉殻は丈夫な繊維で急激な乾燥・吸湿の繰り返しに耐えるから、それを仲立ちとしてその内部の玄米をゆっくりと乾燥させるのである。こうした乾燥の方法を「間断乾燥」と呼ぶ。粉内部（玄米）の乾燥速度は遅いので胴割れの危険は少ない（図 5-40）。

また粉が乾燥部を通過するときには表面の粉殻が湿っているので通風される空気は有効に水分を蒸発させる働きをする。これに対比して、連続通風をする従来の乾燥機では、粉が絶え間なく熱風にさらされるから、粉表面だけがいつも乾きすぎていて送られる空気はもはや乾燥の働きをしなくなるので、無駄に燃料を使っていることになる。

上部のタンクのなかで起こる穀粒中の水分が拡散し均等になる過程をテンパリングと呼ぶが、この作用をする粉タンクをテンパリング・タンクと呼び、この形式の乾燥機をテンパリング乾燥機と呼ぶ。テンパリングに必要な時間は 2-4 時間で、乾燥部を通過する時間は通風温度にもよるが 10-20 分である。

1967 年ごろから農家用の乾燥機としてテンパリング乾燥機が爆発的に普及していった。その後、投入時の粉水分や乾燥途中の粉水分が表示されたり、乾燥の進行に伴って送風空気の温度が調整されたり、粉水分が目標水分（たいていは 14%）に達すると自動的に停止するなど自動化が進み、また乾燥機から排出される埃の多い排気を屋外に排出する装置などが付属するようになった。

間断乾燥あるいはテンパリング乾燥の原理は、実は日本の農民はすでに経験的に知っていた、昔から粉を追加的に天日乾燥をする時に実行していたのである。すなわち、粉を筵に広げて天日で乾燥するとき、強すぎる日照に当てるとき乾燥が速すぎて胴割れを生じるから、粉を広げるときは早朝から午前 10 時くらいまでとし、その間ときどき粉を攪拌する。そのあとカマスに入れて日差しが弱くなるまで屋内に収納する。その間にテンパリングされて粉粒内部の水分が拡散し均分化される。そして午後の日差しが弱くなるころ、ふたたび筵に広げて日に当てるときどき攪拌し、日没とともに収納する。これによって翌朝までのあいだにまたテンパリングされる。翌日同じことを繰返す。

外国の大型精米所の経営者もまた同様なことを実行している。すなわち、買い集めた粉を広場に広げて乾燥するが、あまり薄く広げず 7-10cm の厚さにする。人夫を雇ってときどき熊手でこれを攪拌させる。これは表面の日に当たった粉を下にし、日に当たらなかった下層の粉を表面に持ち出す効果があるから、不完全ではあるが乾燥とテンパリングとを繰返していることになる。

日本の農民も外国の精米業者も、このようにするこ

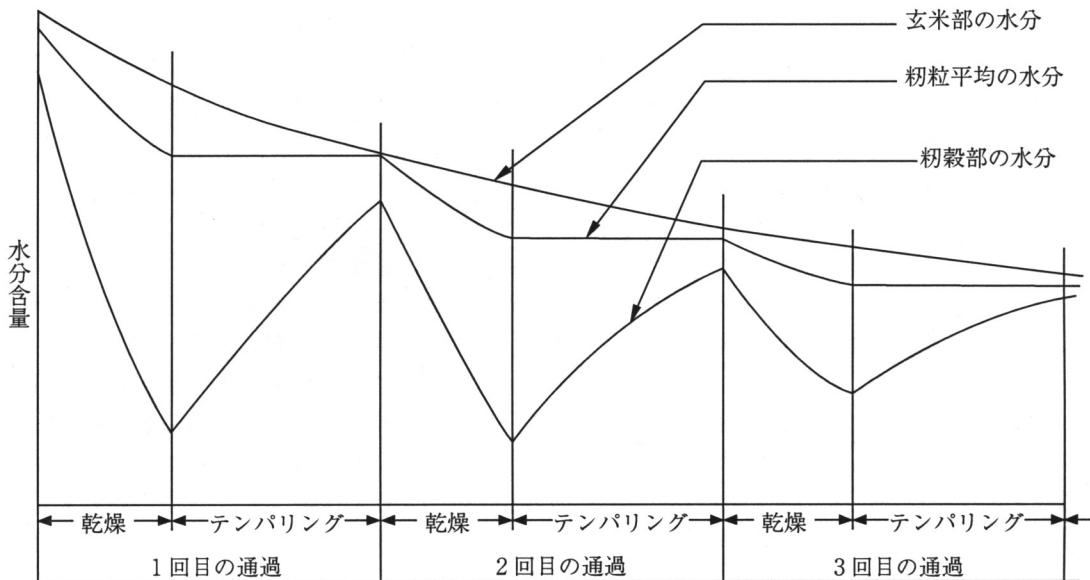


図 5-40 間断乾燥における粉粒各部の水分変化

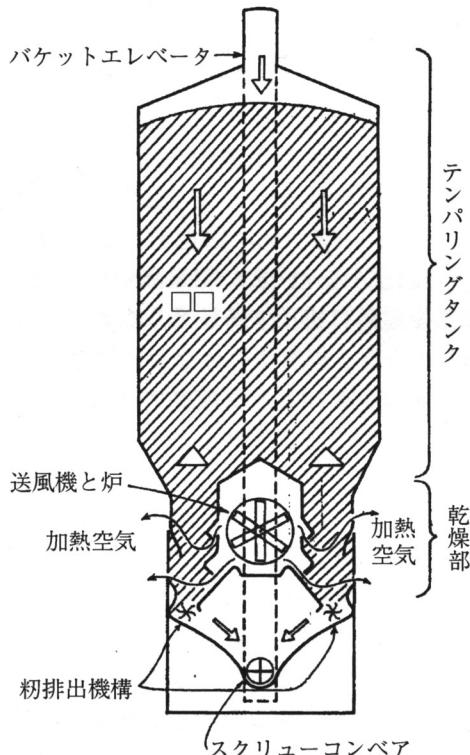


図 5-39 テンパリング乾燥機

とによって乾燥が能率化するだけでなく米の品質維持に望ましい効果があることを経験的に体得しているわけである。テンパリング乾燥機はこうした経験的知恵を理論化し、機械にそのような機能をもたらしたものである。

### 5.3.6 揺動式粉・玄米選別機

これまでの全自動粉摺り機には万石が組み込まれ、これによって玄米と粉とが分離され、粉は粉摺り部に戻り、純粋な玄米だけが機外に取り出せるようになつ

てはいた。しかし万石はきわめて微妙な調整を要し、これを確実に機能させるのにはかなりの熟練を要する。農業の担い手が婦人や老令者になってきているので、万石に代わるもっと使用簡単な玄米と粉との分離機が望ましい。

ところが1960年ごろから、日本からの輸出向け精米プラントに「揺動式粉・玄米選別機」が使われ始めるようになった。これは万石のように微妙な調整をする必要がなく、誰にでも簡単に粉と玄米との完全な分離ができる。この機械を小型化して万石のかわりに農家用の粉摺り機に組み込めば、その操作がずっと簡単になる（図5-41）。

揺動式選別機が粉と玄米とを分離する原理は、万石出現以前に使われていたゆり板や箕が粉と玄米を分離するのと同じ原理によるものである。

すなわち、混合粒を凹凸のついた選別板に広げて揺すると、玄米は粉よりも密度が高くて表面が平滑だから、粉粒のあいだをすり抜けて粉よりも下の層になる。この板を僅かに傾けて斜め上方に押すように揺すると、下層を形成している玄米は選別板の凹凸の突起によって上の方向に押し上げられ、板を登っていく。だが粉は玄米の上に乗っていて板に接触していないから、振動によって玄米の上を下方に滑り落ちる。だから板の上端からは純粋な玄米が、下端からは粉が、その中間部分からは混合粒が取り出される。取りだした混合粒はふたたび選別板に戻せばよい。

ただし、これがうまく働くためには、混合粒が選別板の上に万遍なくばらまかれていなければならない。もし粉が板の表面に接触すれば、粉もまた上方に押し上げられることになる。だから混合粒をこの板の上に流して分離させるのには適当な量を一定の割合で流す

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

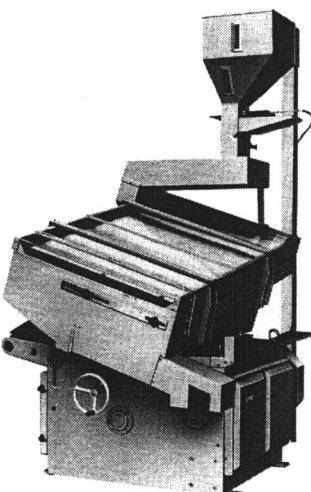


図 5-41 (1) 搖動式粉・玄米選別機

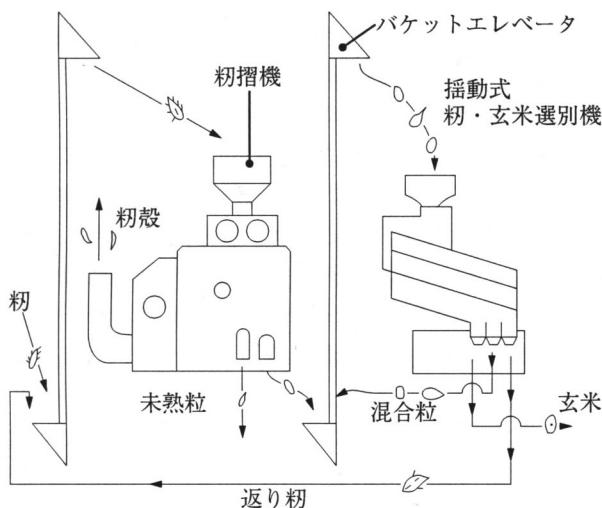


図 5-41 (2) 搖動式粉・玄米選別機とゴムロール式粉摺機の組合せ

ことが必要である。しかしそれさえできれば、揺動している選別板の上に流れている混合粒の分かれ具合を肉眼でみながら、板の傾きを調節することによって誰にでも間違いなく粉と玄米とを完全に分離できる（図 5-42）。

この操作容易なプラント用の揺動式選別機が小型化されて農家用粉摺り機に組み込まれたのは 1974 年であったが、評判が良かったので類似の製品もいくつか現れた。万石と違って揺動選別機は動力が要り、価格も当然高くなつたが、前述のように農家はいまや操作容易な機械を求めていたのだから、これまで粉摺り機に組み込まれていた万石はその後ほとんどこれに変わつていった（\*）。

\* なお、外国のいわゆる欧州式大型商業精米所で使われている粉と玄米との選別機は「小区画式選別機」compartment separator と呼ばれ、やはり振動する傾斜した箱に混合粒を流すものが作動原理は少し異なり、揺動式とは逆に粉が選別板の上から、玄米が下から出てくる。中間の混合粒の出口はない。だから、粉か玄米かいずれかが不純になる。

小区画式選別機を使うような大精米所ではたいてい研削式精米機を使っているので、玄米に粉が混じることを極度に嫌う（その理由については後の「商業精米所」の項を参照）から、排出される粉の方に玄米が混入することを許すことになり、返り粉には玄米が含まれることになる。

日本では大型の粉摺り機が使われるようになつたのはライスセンタやカントリエレベータができて以後のことであり、そのときにはすでに揺動式選別機が完成していたから、小区画式選別機が使われることはなかつた。小区画式選別機は能力の割に団体が大きいだけでなく、粉と玄米とをそれぞれ純粹に取り出すことができないから使う利点もない。ただ揺動式選別機のような選別板の摩耗がなく、また構造が簡単で木製部分が多く大工仕事でも製造しやすいという利点はある。

後述の商業精米所で使われる石抜き機や、前述の箕による石の分離も、他産業で使われる比重選別機も、揺動式粉・玄米選別機とほぼ同じ原理によって働く。

石抜き機の場合は、傾斜して振動する凹凸のついた打ち抜き鉄板の上に石を含む米を落とす。板には微細な孔がたくさんあけられ、下から送風される空気がその孔を通して吹き上げてくる。板の振動と下からの風によって石を含む米はなかば浮くようなかたちになるが、石は米よりも重いから沈んで板に接触する。すると石は振動する板の突起に押されて傾斜した板の上方へ歩いていて機外に排出される。

実際には米に含まれている石はごく僅かであり、大半は米であるから米もまた板の上方へ運ばれがちになるが、米は振動と風圧とによって石よりもよけいに空中に浮いているので、板の上を滑るようにして下方に排出される。

米粒のうちの重い粒は石といっしょに排出されるがその量は僅かである。これからさらに純粹に石だけを取り出すには、この石まじりの米をもっと小さな石抜き機に通す。石といっしょに排出される米の量を減らそうと思えば、風量と振動を調節するしかないが、純粹に石だけを一挙に取り出すのは難しい。

### 5.3.7 回転式米選機

玄米から未熟米を除くのには長いあいだ縦線米選機が使われていたが、これは縦線の間に米が挟まると線間が広がり、そこから良い米も落ちてしまうという問題があった。

この欠点を除くため、長孔を打ち抜いた鉄板で 6 角柱、8 角柱あるいは円筒形の篩をつくり、そのなかに選別すべき米をいれて回転するという形式の未熟米選別機が 1970 年代に現れた。これは精米プラント用に使われていた機械を小型にしたものである。

篩で玄米を選別する場合、篩の目が丸孔・角孔のときに米が篩目を通過するか否かは、米粒の長さでもなく厚みでもなく、幅の寸法によって決まる。しかし篩目が長孔の場合には、縦線米選機の線間の間隔と同様

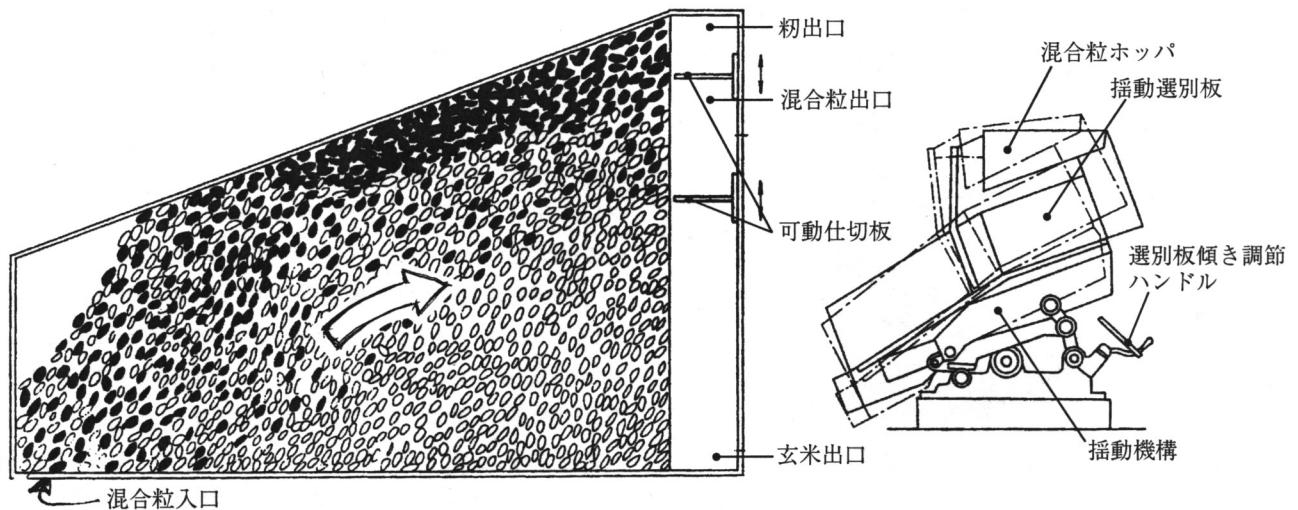


図 5-42 搪動選別機の上の穀粒の流れ

に、厚み寸法によって穀粒を分けることができる。

篩には、針金を編んで作った折り網のものと鉄板に孔を打ち抜いた打ち抜き鉄板のものとがある。折り網はたいてい角孔であるが、打ち抜き鉄板の場合には丸孔も角孔も細長い孔もある。だから細長い孔の打ち抜き鉄板の篩を使えば縦線米選機と同様に厚みの薄い未熟米を分けられる。

しかし長孔の平面篩で篩うと、篩が目詰まりを起こしたときに裏返しにして叩かなければならぬから、頻繁に作業を中断しなければならない。そこで回転式選別機では、篩を筒状の回転式としその外側にブラシを取り付け、篩が回転するごとにブラシが篩目を掃除するようにしたものである。穀粒は回転篩の内側に供給され、未熟米は外側に落ちる。

回転篩が円筒形よりも角柱形のものが好まれたのは、角柱だと篩目を掃除するブラシが篩の面に衝撃を与えるので目詰まり防止にいっそう効果があったからである。

この回転式米選機によって、未熟米選別が巧拙なく誰にでも連続的に正確にできるようになり、手間もはぶけ、玄米の品質も向上するようになった。

ただし、この機械では縦線米選機のように目幅を調節することはできないから、米の品種や分離すべき未熟米の厚み寸法によって何種類かの異なった網目寸法の回転円筒を使い分けることになる。

### 5.3.8 輸送手段の機械化

収穫後処理には運搬を必要とする場面がきわめて多い。栽培過程でも肥料や種子や苗などを圃場に運搬する必要があるが、収穫後作業には稻束や藁や糞などもと大量の運搬が必要となる。したがって収穫後作業では運搬の効率化は重要な課題である。

運搬の多くは、古くは人や牛馬の背や家畜の牽引す

る車などによっていたが、耕うん機の出現が事態を一変させた。耕うん機は本来田畠の耕作を主とする機械だがその運搬手段としての重要性はきわめて大きく、耕うん機がトレーラ牽引に使われる時間は耕起に使われる時間とほとんど同じくらいであった。脱穀作業を屋内でやることが多い地域では、架干しをした大量の稻を運ぶのに大きな労力を費やしていたが、耕うん機牽引トレーラの出現によってその労力がきわめて大きく軽減された。耕うん機は1955年ころから10年以内に300万台も普及したから、これが農村の輸送手段に革命的変化をもたらし、農村機械化の先駆けをなしたと云える。まだ農民が自動車を買えなかつた時代、耕うん機牽引トレーラは農村家庭の自家用車として重要な生活用具ともなつた。

1970年頃からは耕うん機に代わって乗用4輪トラクタが広く使われるようになったが、海外諸国ではこれがトレーラ牽引に大活躍をしているのに比し、日本では耕うん機トレーラのように広くは使われなかつた。それは狭小な水田では4輪トラクタ牽引のトレーラは長大で取り回しが不便だったことと、日本で4輪トラクタが導入された時代には4輪軽トラック(\*)というもっと安くて便利なものが普及していたことによる。

すなわち、4輪トラクタ用トレーラを買うお金で4輪駆動の軽トラックが買えてお釣りがくる。軽トラックの方が使うのは簡単だし、取り回しも容易で、速度も出るし、燃費もいいし、ずっと汎用性がある。また車台が低くて圃場でも使いやすく、4輪駆動だから踏破性も充分ある。穀物タンクを取り付けてコンバイン収穫をした粉を受け取るなど、狭小な耕地しかないこの国で軽トラックが収穫後作業の機械化に果たしている役割はきわめて大きい。今ではどんな小さな農家にとっても軽トラックは生活と農作業の双方に必須の農

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

業機械となっている。

\* 軽トラックとは、日本の特殊な車両規格である軽自動車の範疇に属する自動車で、2輪駆動も4輪駆動もある。軽自動車という規格は1949につくられその後何度か改変され、現在では長さ3.4m高さ2.0m幅1.48m未満で、エンジン気筒容積0.66リットル未満となっている。軽自動車は税制上優遇されており、小家族の自家用車のほか、農家や小店舗などの運送用に広く使われている。

こうした大量輸送のほかに、穀物をトレーラやトラックに積んだりおろしたり、穀物タンクから乾燥機に移したり、米袋などをトラックに積み込んだり、などという積み降しや取り回しの運搬作業も馬鹿にならない仕事である。これらのために、小さくて取り回しが簡単な短いベルトコンベアや、螺旋式穀粒搬送機(穀物オーガー)や、トラック取り付けのクレーンなどが便利に利用されるようになった。これらはもともと産業用の機械だったが、それが軽量・簡易化されて農用に用いられるようになったものである。

### 5.3.9 コンバインの普及

生脱穀できる脱穀機が実用化されるようになれば、刈取った稻をわざわざ結束する必要はない。これまで稻束についていたのは架干しをして乾燥しないと脱穀できなかったからである。生脱穀できる脱穀機を刈取り機に搭載し、刈取った稻をそのまま脱穀すればいいはずである。西洋のコンバインは主として小麦用だが、小麦は脱穀が簡単だからそのようにして成立した。

日本では、すでにかなり普及しているバインダの結束機構を廃し、そのかわりに自動脱穀機を積み込めばコンバインになる。これはバインダの刈取り部と自走式脱穀機とがひとつに結合されたものだと云える。日本式コンバインでは、引き起こし機構によって引き起こされた稻は刈取り部で刈り取られ、穗先を揃えたままコンベアによって脱穀部の稻束供給用のチェーンに送られ、穗先だけが脱穀装置に挿入されて粉がこぎとられる(図5-43)。脱穀された粉は、搭載した粉タンクに貯留される形式のものと、袋に受けて一杯になったらその袋を落としていく形式がある。こぎ終わった藁は揃ったまま大束に結束して放出するか、あるいはカッターで刻んで田面にばらまく。

欧米のコンバインは投げ込み式脱穀機を搭載しているが、これと区別するため日本のものを「自脱コンバイン」と呼んでいる。「自脱」とは自動脱穀機の略称である。これに対して欧米のもの

は「直流コンバイン」「普通型コンバイン」などと呼ばれている。

コンバインの出現により、これまでの手刈り収穫と脱穀作業との組合せから完全に脱却して、機械化一貫収穫になったといえる。ただし、これまで刈り取りと脱穀との間に稻束での乾燥という過程をいっていたが、それがなくなったから乾燥はすべて粉粒での乾燥に移ることになる。換言すれば、生粉乾燥設備を充分に用意しなければコンバインを使うことはできないことになる。しかしバインダの普及から約2年遅れて1968年ごろからコンバインが盛んに使われるようになったとき、すでに次項のライスセンタやカントリエレベータなどの共同粉乾燥施設が農村各地に次々と建設されつつあったから、必ずしも個別農家が生粉乾燥設備を用意しなくてもコンバインを使うことができるようになっていた。

しかしこうした協同乾燥施設は当初コンバイン収穫を予定していなかったから、その運営に問題を生じることになった。

### 5.3.10 ライスセンタとカントリエレベータ

これらはいずれも穀物共同乾燥調製施設であり、前者は貯蔵施設がなく、後者は粉貯蔵施設が付属している。両方とも政府が補助金を支出して農協が設立・運営するもので、1955-57に始まった。2003年現在、全国で前者は約5000カ所、後者は750カ所出来ている。設立の狙いは、農家が個別に粉乾燥・粉摺りなどの設備を持つとその稼働率が低いので無駄な投資になるし農家の労力も大変だから、これを集中化することによって設置費用と労力を削減し、さらに玄米の品質を改善しようというものであった。

ライスセンタ(RCと略称する)は、粉の乾燥・粉摺り・精選・計量・袋詰めの施設を持ち、ここに農協組合員である農家が未乾燥の粉を持ち込み粉乾燥と粉摺りを委託する(図5-44)。委託された粉は農家ごとに個別に処理され、最後に袋詰めにされた玄米を農協が農家に代わって政府あるいは民間に販売し、手数料を差し

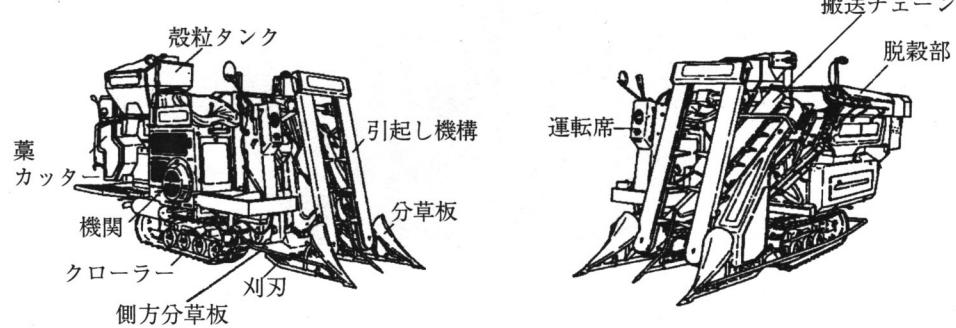


図5-43 自脱コンバイン

引いた代金が農家に支払われる。個別処理だから、各農家の手取りは自分の持ち込んだ粉の数量・品種・粉品質などに応じた玄米価格で決まってくる。

カントリエレベータ（CEと略称される）の場合は、ライスセンタの施設に加えて粉貯蔵施設を持っていて、持ち込んだ粉は個別ではなく集団的に一括処理される（図5-45）。農協組合員が粉を持ち込むに際し、その重量・水分・夾雜物含量・粉摺り歩合・品質が検定され、最終製品中の生産者持ち分が決定され、それ

に基づいてその場で仮払いされる。そしてカントリエレベータが粉を乾燥貯蔵し、需要に応じて粉摺りをして玄米として販売した後に、カントリエレベータの最終的な収入が決まるから、それによって組合員に対する仮払いの精算（追加支払）が行われる。

カントリエレベータの粉貯蔵施設の容量には限度（多くは1000トン前後で、500-2000トンの範囲）がありまた一日の受け入れ可能数量や乾燥能力にも限界があるから、農家は粉持ち込み予定数量と予定日時に

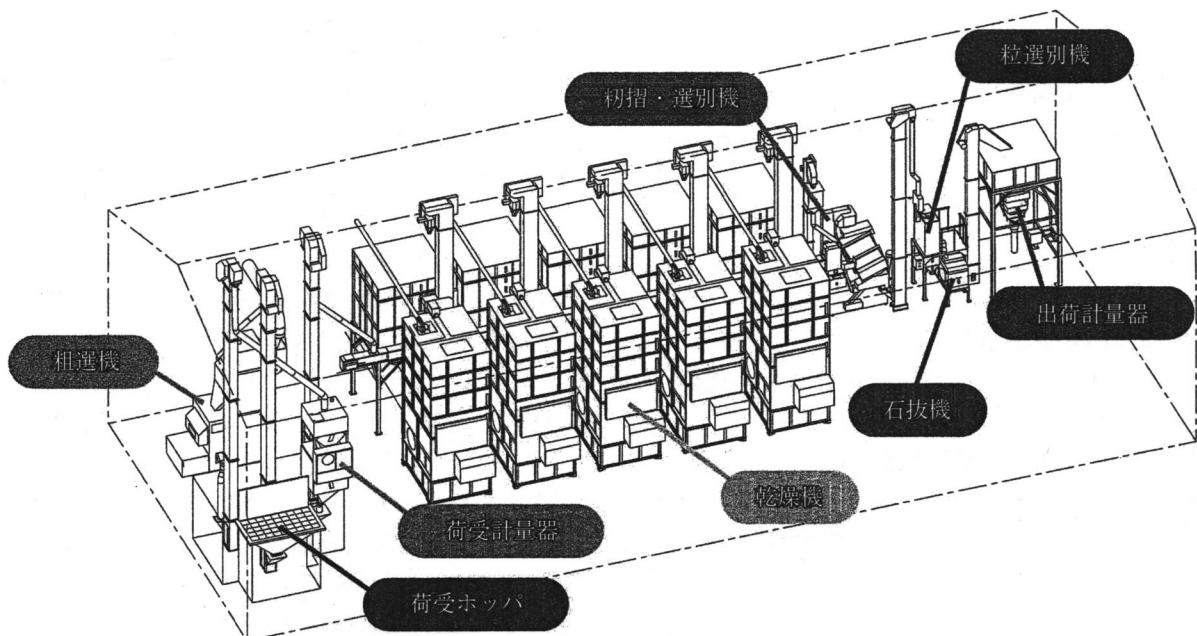


図5-44 ライスセンタ

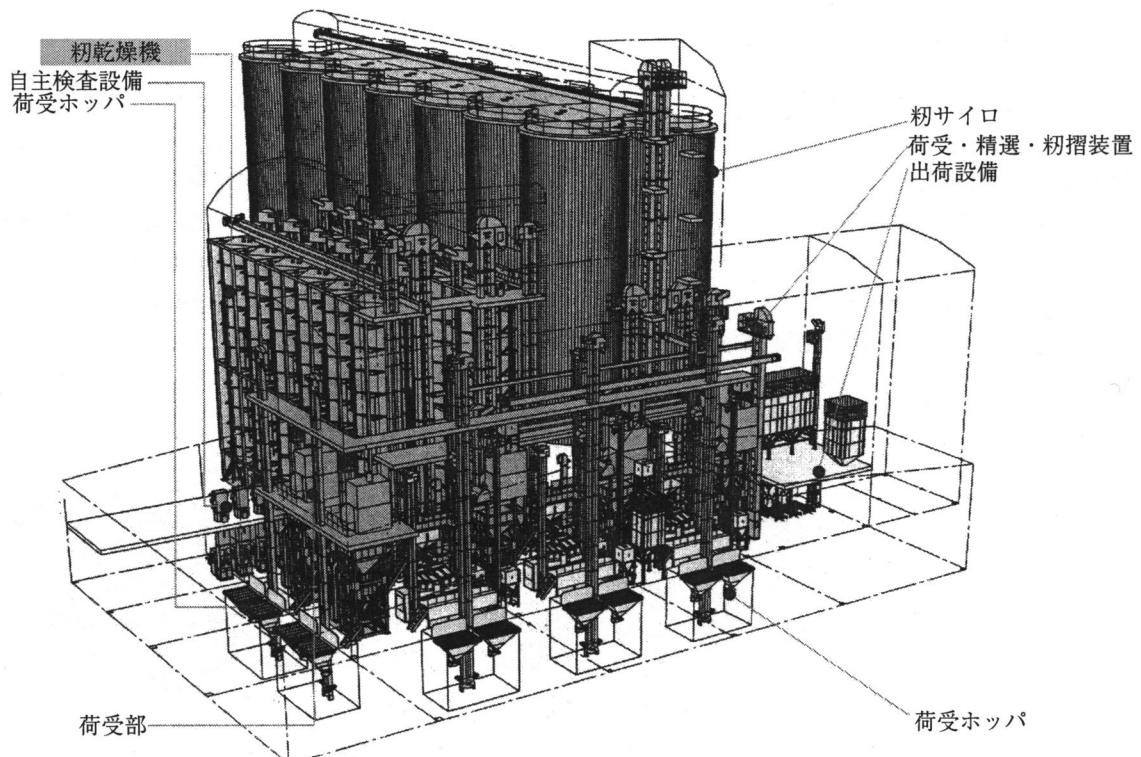


図5-45 カントリエレベータ

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

ついてCEとあらかじめ契約をし、それにしたがって粉を搬入する。多くの農家からの粉を混ぜて一緒にして処理するのであるから、農家が栽培できる米の品種はあらかじめ限定されている。

このように、農民がライスセンタを利用する場合はたんなる乾燥・粉摺り作業の賃委託作業に過ぎないが、カントリエレベータに粉を持ち込む場合には、日本の歴史上初めて農民が粉で「販売」することになるわけである。その売り渡し代金の精算は最終的には玄米販売価格に基づくのではあるが、農家が粉を手放してその代金を受け取るという例はこれまでにはなかったことである。ただし、粉の品質は価格に反映されているから、アジアの零細稻作農民のように売り渡し価格が粉の体積または重量だけで決まるわけではない。農家がカントリエレベータに持ち込む粉の量は僅かであるにも拘わらず、アメリカや豪州などの大形稻作農家が何百、何千トンという大量の粉を精米所に持ち込む場合と同様、粉品質が厳重に検査され売り渡し価格は粉の品質相応のものとなるわけであり、これは特記すべきことである。

日本の稻作の歴史にとってもうひとつの新しい点は、カントリエレベータでは粉をバラで大量に長期貯蔵するということである。これは世界各国では当たり前のことはあるが、日本では初の経験である。大形のサイロや貯蔵庫の建設や運営については麦類や各種粒体で経験を積んではいるが、粉については初めてであり、運営開始当初には種々の問題を生じた。たとえば、14%に乾燥した粉は長期保管に耐えると想定されていたが、実際にはサイロ上部の中央付近の粉がしばしば変質した。これは日照に曝されたサイロ壁に接触した粉が加熱されて過乾燥し、それから出た湿気が上昇して中心部の冷えている粉の中を下降して結露したのである。

また日本では年間の気温の差が大きいから、秋や冬になって外気温が下がると貯蔵中の粉との温度差が大きくなる。粉は熱を伝えにくいので、大量の粉の温度はなかなか下がらない。すると暖かい粉周囲の空気中の水分は冷たい壁面や天蓋に結露し、その付近の粉が変質することがあった。こうしたことがあって以来、金属サイロの場合には二重壁にして断熱をよくしたり、コンクリート・サイロの場合も強度だけではなく断熱性にも配慮したり、冬のあいだに粉をサイロ間で循環移動させ外気に触れさせて穀温を下げるなど、経験を積むにつれて種々の対処をするようになってきた。

日本では、粉貯蔵だけではなく粉乾燥にしても粉摺りにしてもこれまですべて個別農家が零細な規模で行っていたのであるから、大規模化した作業の経験や

技術はきわめて限られていた。使われる粉乾燥機については、初期のライスセンタやカントリエレベータでは大型の静置式乾燥機や循環式乾燥機が使われたが、その設計製造には外国の例が参考にされた。しかし農家用のテンパリング乾燥機が開発・普及されるにつれて、それまでの連続通風の大型流下式乾燥機に代わって大型テンパリング乾燥機が使われるようになり、それによって乾燥能力も増し燃料も節約できるようになった。カントリエレベータでは粉貯蔵施設としてコンクリート・サイロが使われることが多いが、このサイロ同士の間隙に小さなサイロを設け、これをテンパリング・タンクとして利用した。ライスセンタは個別処理であり粉貯蔵施設がないから、大型テンパリング乾燥機をつかわないで農家用のテンパリング乾燥機を改造したものを多数並べていることもある。

粉摺り機や選別機などは、農家用の機械ではまるで能力が足りないだけでなく耐久性にも不足しているので、輸出用精米プラント（諸外国では粉摺りは精米所でおこなわれる）の前半に使われる機械が転用された。すなわち、粉摺り機については8インチや10インチの大型ゴムロールのものを使い、粉・玄米選別機には大形の揺動選別機が使われた。

そのほか、農家ではあまり必要としない設備、すなわち荷受ホッパ、計量秤、粉粗選機、垂直／水平方向の搬送機各種、除塵装置、各種タンク類、袋縫いミシン、各種機械類の集中制御盤など、まったく新たに設計・開発される必要があった。未熟米選別機には、当時はまだ農家用の回転式米選機が使われていなかつたが、同じ原理にたつ大型の回転式厚み選別機が使われた。このほか、カントリエレベータでは受け入れ粉の品質検査機器一式が必要とされた。

ライスセンタやカントリエレベータでは処理した粉とほぼ同体積の粉殻が発生するが、こうした大量の粉殻の集積もこれまでなかったことである。いまでは粉摺りはすべて個別農家でやっていたので、粉殻は農家で緩衝材・土壤改良材・燐炭製造・暗渠材・飼料・燃料などに使われていた。しかし1カ所に大量に集積した粉殻は別の形での利用可能性と同時に処理の困難さも出てくる。粉殻は軽くてかさばり（1kgの粉殻は約10リットル）輸送経費がかかるから、できるだけ発生したその場で利用するようにした方が有利である。

ライスセンタやカントリエレベータでは粉殻発生量に比例した乾燥機稼働があるので、粉殻をその燃料として利用するのがもっとも合理的である。しかしそうした利用はまだ一部の施設で見られるに過ぎない。海外の精米所は粉から始めるのだから日本のライスセンタやカントリエレベータと同様に大量の粉殻を

発生しているが、そこでも粉殻によって乾燥機用の熱や精米所用の動力を賄っている例は少ない。これは粉殻の熱利用や動力利用の技術が未発達であることによるが、基本的にはこれまで化石燃料があまりに安価だったからである。だが、そうした時代はまもなく終わろうとしているから今後は粉殻の熱／動力利用は当然進められていくようになるだろう。

これら共同乾燥施設の運営上難しい点は、粉搬入の時期をあらかじめ組合員に予約させておいたとしても、天候は予見できないから、雨天続きになれば稻刈りはできず粉搬入が減って能力が遊び、晴天になればどっと粉が押し寄せてきて処理しきれなくなることである。ライスセンタやカントリエレベータの建設開始初期には、まだあまりコンバインが普及していなかったので持ち込まれる粉は半乾燥粉が多かったが、1970年代半ばには栽培面積の過半でコンバインが使われるようになり持ち込み粉が高水分の生粉となってきたので粉乾燥能力の不足はにわかに深刻化した。高水分粉の搬入が集中したときには乾燥機の処理能力を遙かに超え、搬入数量変動に対処することの困難が倍加した。持ち込まれた粉の乾燥が間に合わず、粉が変質して組合員の非難を浴びたこともある。

そこで、ドライストアと称する貯蔵乾燥方式の設備を併設し、貯蔵庫と乾燥機との機能を兼ねさせるなども試みられるようになった。ドライストアとは大型の粉通風タンクの一種であり、通風量を多くして貯留中にある程度乾燥することも狙うものである。つまり大型の静置式乾燥機であるといつてもいいが、従来の静置式乾燥機とは違って粉の搬入・搬出が機械化されている。しかしこうした設備によって施設はますます高価なものとなり、採算をとるのはいっそう困難になった。

ライスセンタやカントリエレベータなどの施設は堂々たる設備でみかけは立派だが、その莫大な投資に相応した成果が得られたかという点についてはかなり疑問である。国からは50%、県からは25%もの補助金を貰って建設したにも拘わらず、その設備費や運営は農協にとってかなりの負担になっている。もともとその建設には政府補助金を受ける場合の通例として過度に高級な設計仕様が要求されているので、建設経費は民間で類似の施設を補助金なしでつくったときの数倍もの額になっている。さらにコンバイン収穫の拡大にともなってこれに対応するため上述のような追加設備をしたから施設はさらに高価なものになった。ライスセンタやカントリエレベータの存在意義は、過度の農業保護政策による他の施設と同様、かなり疑わしくなっている。現在ではライスセンタやカントリエレベータの新設はほとんどない。

### 5.3.11 玄米倉庫の低温化

農家は依然として玄米を出荷しているし、カントリエレベータもまた玄米で出荷するのだから、それが精白されるまでの期間、玄米はその姿のままで政府・農協・卸売り業者などいざれかの玄米倉庫に貯蔵されている。

日本のような温帯の条件下でも玄米貯蔵がいかに面倒なものであるかは前述した。これに加えて、玄米貯蔵中の害虫駆除のための薬品による燻蒸が人体に及ぼす悪影響も強く指摘されるようになった。

1950年代なかばから低温倉庫（摂氏15度）または準低温倉庫（20度）が建設されはじめ、現在ではほぼすべての玄米倉庫が常温よりも低い温度で貯蔵されるようになった。これによって玄米の長期安全貯蔵ができるようになり梅雨越しの米でも旨く食べられるようになったが、これら倉庫は冷凍設備・断熱材料等のため従来の玄米倉庫よりも建設費がいっそう高くかかる。したがって粉貯蔵の場合とくらべた貯蔵経費の差はいっそう顕著になった。

また玄米の袋詰扱いは依然として続いているから、取り扱いの面倒はあまり改善されてはいない。

### 5.3.12 日本の商業的精米所

玄米が政府あるいは業者に売り渡されてからあの流通・加工はもはや農業技術とはいえないが、農協や農民グループが精米所を所有・運営し、白米を直接消費者に販売するような場合にはこれらの過程も農業技術の一部とみなされるだろう。それによって農業生産者は直接玄米を売るよりも付加価値が生じ、有利となる。現在の日本では食品の安全性が消費者の最大関心事になり、減農薬米や有機栽培の米は人気を集めて高い価格で販売できる。こうした米を作っている地域・農民グループは玄米のまま販売せず、自分たちで精米して都市の生協や消費者に直接販売することを始めている。

だから精米所について知っておくことは諸外国の農民にとっても無益なことではあるまい。日本の精米所の原料は玄米であり外国の精米所は粉から始めるのだから、日本の精米所は外国の精米所の後半部分だけを取りだしたものだというように見える。しかしそこには微妙な相違がある。

まず第一に、精米の歩留まりが違う。

日本の精米所で原料となる玄米は、1俵(60kg)ごとに精選され等級づけられた特定生産地の特定品種の米である。だから、それにもっとも適した精白のしかたを取ることができるので高い精白歩留まりが得られる。

これに対して外国の精米所の場合には、集荷粉はだ

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

いたいある地域からのある品種の米ではあろうが、あまり確かではない。さらに原料粉から粉摺りされた玄米は種々の程度の未熟米や胴割れ米等を含んでいるが、玄米の段階ではあまり精選されることなくそのまま精米機に流し込まれる。だから玄米から白米への歩留まりが低下するのはやむを得ない。

かりに外国精米所で日本同様に完全な玄米から精白を出発させたとしても、長粒種は本来短粒種よりも胚乳部の割合が小さくまた小碎米が生じやすいので、玄米から白米への精米歩合は低くなるのが普通である（\*）。

\* 1970年代に「収穫後処理過程における大きな損失」ということがFAOなどの国際機関・各国援助機関・研究機関等のあいだで騒がれたことがあった。そのときあった議論には、「日本では粉の72%の白米を得ているのに発展途上国ではそれが65%程度であり、技術的改善でこのムダをなくせば食糧問題は容易に解決する」という主張があった。これは米の品種的相違や歴史的習慣の相違を無視したものである。長粒種では玄米から白米への歩留まりが低いが、粉殻の割合も短粒種よりも3-5%も多い。だから長粒種で粉から白米への歩留まりを日本並みにするなど不可能である。

第二に、精米機の種類、精米所における精米施設の比重、精米歩留の見方が違う。

日本の短粒米では、精白は基本的に摩擦式精米ができる。しかしに外国に多い長粒米では、もし碎米を減らしてよい品質の白米を得ようとするならば、主として研削式の精米機を使わなければならない（\*）。研削式精米機は米にかける圧力が低いので碎米はできにくいが、玄米に混じた粉を粉摺りすることができず、混入した粉は白米の中にでてくる。これでは白米は商品にならないから、精米機にはいる玄米から完全に粉を取り除く必要がある。そのため粉摺り機のあとに粉・玄米選別機の運転に注意が必要だがこれは前記した（85ページの注）。

長粒米の場合にはたとえ研削式精米機を使ったとしても碎米が多いから、精米した後に完全米と大小の碎米とを分離する工程がたくさんあり、各種の碎米分離機とそれぞのタンクとが必要となる。さらに顧客の要望に従って碎米混入率をさまざまに変えるから、完全米と碎米とをふたたび所定の割合で混合する過程も必要である。こうした精米後の工程に大きな投資が必要とされるから精米機自体の比重は小さくなる。巨大な粉倉庫や粉乾燥機、粉粗選機、粉摺装置などを考えれば、精米所全体での精米機の比重はさらに低くなる。

完全米（完全な長さを持つ碎米でない米）にくらべて碎米の値段は安いから、長粒種の場合には完全米をいかに多く作るかが精米所の採算の決め手になる。だから粉からの白米全体の歩留まり（白米総歩留まり）よりは完全米の歩留まりがどれだけになるかが重要な

指標とされる（原料は粉だから、日本と違って玄米からの歩留まりは問題にしない）。

日本の精米所では精米機本体だけが極度に重要視され「精米本機」ということばがあるくらいだが、外国精米所では精米機自体は重要ではあるが精米過程の一部をなすに過ぎない。日本米では精白過程で碎米はほとんど出ないに等しいから、精米以後の過程はごく簡単でありその設備費や運転経費は少ない。

### \* 摩擦式精米と研削式精米

摩擦式精米とは、米に圧力を掛けて米粒同士を相互に摩擦させて玄米からその糠層をはぎとるもの（図5-32を参照）。昔から行われていた搗臼による精白も同じ原理による。摩擦式精米は、短粒米ならあまり碎米を生じることはないが、長粒米はその圧力で米が折れて碎米を生じる。一般に機械は安価であり、運転にあまり技術を要しない。

研削式精米とは、研削砥石を高速で回転させ、これに米粒をあてて米の表面を削り取るもの（図5-46）。米粒にかかる圧力が小さいので長粒米でも碎米が生じにくい。しかし研削砥石は米よりも硬いから、機械を適切に運転しないとムラ搗きや過搗精や小碎米が生じる。一般に機械は高価であり、運転には技術を要する。研削式精米では、使う砥石の粒度・砥石の周速度・米にかける圧力などを調整することによって精白する米の形状を自由に制御できる。たとえば針状・扁平状・球状など。

摩擦式精米では糠層が大きくながれるのでむら搗きは少なく、米の表面が滑らかになるので光沢が出る。これにたいして研削式の場合は糠層を鋭利な刃物によって切り取っていくようなものだから、表面に細かい傷がつき、仕上がり白米には艶がないが光を乱反射させて白さが増して見える。

外国の精米所では、農村の貯蔵精米所はあまり歩留まりや碎米を問題にしないから機械の価格が安く使いやすい摩擦式精米機を使うことが多いが、商業精米所は高い歩留まりで碎米の少ない白米をつくらなければ競争に生き残れないから、長粒米の場合は研削式精米機を主に使う。だから研削式精米機は主として外国で発展してきたのだが、日本では日本酒をつくるために特殊な研削式精米機が発達をしてきた。酒をつくるときには米を非常に削って純粋な澱粉からできている中心部分だけを使うようにするのだが、摩擦式精米では糠層と胚芽を除去した後ではいくら精白しようとしても胚芽部分を削ることはできず、碎米が増えるだけである。それで研削式精米機が開発され米の胚芽部まで削っていけるようになり、その結果旨い日本酒ができるようになった。そしてこの研削式精米機が飯米用の精米にも応用されるようになった。

すなわち、日本では飯米用には主として摩擦式精米をするのだが、そ

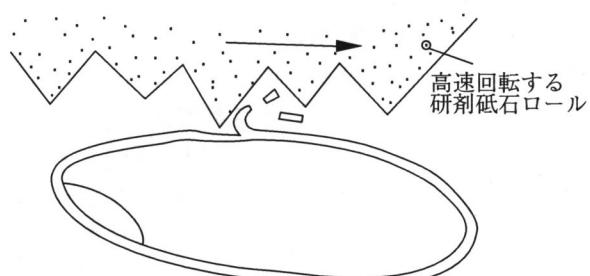


図5-46 研削精米の概念図

の前に玄米を研削式精米機に軽く通してその表面に傷をつけ、その後に摩擦式精米機に通すようにする。これによって摩擦式精米機では低い圧力で精米することができ、精米歩留まりも上がり、必要動力も軽減できる。大型精米所はたいていこの方式を探っている。また日本では白米に胚芽を残した「胚芽米」の需要があるが、それを作るのにも有効である。

日本の研削式精米機と外国のそれとの主な相違は、日本では焼成したカーボランダム（炭化珪素）の砥石を使うのに対し、外国の機械で使う砥石は焼成しないコランダム（酸化アルミニウム）である。前者の方が硬く鋭いので切れ味がよく、低い圧力で米を削ることができる。しかし砥石が摩耗したら前者は購入しなければならないが、後者は材料を買ってきて自分で補修できるという利点がある。

### 第三に、精米所経営の姿勢が違う。

日本の精米所の原料の玄米は品質・銘柄等がすでに明らかであり仕入れ価格にそれほどの相違が生じる余地はない。米の流通が100%政府の統制下にあったときには、原料価格だけでなく白米の販売価格についても一指も触れることができなかった。だから精米所は商業的利益すなわち売買の差をあまり期待できない。そこで経営を左右するものは製品の歩留り・品質・運転経費・経営費などであり、なかでも精米機の性能が重要となるから「精米本機」という語も出てきた。そのほか電力費や労賃をいかに軽減するか作業過程の無駄をなくすなど、精米所自体の技術的改善が重要となる。

これに対して、外国の精米所は粉の買い付けから始まり、その乾燥・貯蔵に大きな運転資金を要し、粉の在庫量、白米倉庫貯蔵の種類と量、製品の販売時期と方法などが経営上の最重要問題である。つまり資金の調達・回転や投機的要素が大きく、加工技術は二の次に過ぎない。精米所運営には技術的課題よりも商業的課題が大きい。

日本でも米流通の自由化以後は売り買いの価格は自由となり、商業的因素が大きくなっているが、依然として玄米の大部分は政府・農協・卸業者などの倉庫に保管され、精米所は必要に応じてそれを求めているようだから、精米所が大きな玄米貯蔵の設備と経費とリスクとを負担しているわけではない。この相違を一言にして云えば、日本の精米所は多分に技術主義的であり、外国のそれはきわめて商業主義的である。

それに加えて東南アジアのいくつかの国では、米穀業者や精米業者の民族的出自が多数住民と相違することが多い。社会的危機の際には彼らの経済的「搾取」が農民の貧困の根源であるとされて「いけにえの羊」にされることがある。したがって精米所や米貯蔵庫などを合理化・近代化をするとそれが彼らの裕福さの象徴とみなされ身の安全を脅かすことにもなるから、意図的にみすぼらしい施設を維持しておくこともある。だから技術的過程の合理化による付加価値よりは、設

備投資を必要としない商業的利潤の追求に傾きやすい。

以下に日本の商業精米所の工程を示す。

#### (1) 原料タンク

原料の玄米は、今では大きな袋に入れて運搬することもあるが、粉のようにすべてバラ扱いされるわけではない。たいていは30kgの袋詰めなので、パレットに載せてフォークリフトで移動したり、袋を開いて原料タンクに投入するなど手間がかかる。

#### (2) 原料精選

タンクから取り出された玄米は、計量・精選され、石抜き機や磁石選別機にかけられる。未熟米などは農家でかなり除去されているが、ふたたび選別される。

昔の摩擦式精米機では高い圧力をかけていたので未熟米は粉碎されて糠と一緒に排出されてしまうという理由で歩留まり低下の原因となったのだが、今では別の理由で歩留まり低下の要素となる。すなわち、現在の摩擦式精米機はかなり低い圧力でも精白できるので、未熟米も粉碎されないことが多い。ところが未熟米は普通の米にくらべると糠層が厚くまた軽量なので精白が進みにくい。それで未熟米は他の米よりも精白不足で黒く、これが製品に混ざっていると全体の商品価値を低めてしまう。もし未熟米が白くなるまで精白しようとすると他の米は過精白（搗き過ぎ）になって全体の歩留まりを落してしまう。こうした理由で精米所では未熟米分離に力を入れるのである。

分離された未熟米のうち大きい粒は未熟米専用の精米機で別途精白され、それより小さい粒は菓子原料などとして転売される。

#### (3) 精白過程

ここでは最初に研削式精米機、その後1-3台の噴風摩擦式精米機を通す。1台目の噴風摩擦式精米機で大半の精白がなされ、2台目以降の機械で仕上げられる。摩擦式精米機を数台通すのは、1台で仕上げるよりも歩留まりが上がり、碎米も減り、仕上げがよくなるからである。

研削式精米機と摩擦式精米機との台数の割合は1対1から1対3だが、研削式はごく軽く作用するだけで摩擦式が大半の精白を担う（長粒種の商業精米所の場合にはこの比率が逆で、3対1などになる）。精米機の後に、白米の表面を磨く研米機が使われることもある。

精米機の英語として polisher が使われることが多いがこれは混乱を招く。何故かというとエンゲルベルク式粉摺り精米機はその下部に研米機がついているものがあるが、これを polisher と呼ぶからである。また精米機を指す語として pearler が使われることもあるが、これはとくに摩擦式精米機を指し、polisher が研削式精米機を指すのと対をなすことがあり、さらにこれら

## 5. 稲の収穫と収穫後処理技術

の語が逆に使われていることもある。つまり polisher や pearler などの語は精米機一般を指す語としては誤解を招くことが多い。それで whitener, whitening machine などの語を用いる方が望ましい。

### (4) 碎米分離

白米から振動篩で碎米が分離されるが、その量は僅かである。外国では中小の碎米を篩で除去したあと、窪みつき回転円筒分離機 indent cylinder によって完全米と大碎米とを分離することが多い。これは米粒の長さの相違によって分離する機械（長さ選別機）である。日本ではこの機械は精米所ではありませんが、カントリエレベータで粉から穂切れを分離するのに使われることがある。

### (5) 白米精選・計量・包装

白米は色彩選別機に通して着色粒を除去され、石抜き機に再びかけられてから、計量・袋詰めされる。袋詰めは顧客（主として小売商）の要望に応じて種々の意匠・重量の紙やプラスチックの容器に詰められる。

### (6) 集糠

精米機や研米機から出た糠は機械から吸い取られて糠タンクに集められる。この糠はほとんどその日のうちに製油工場に運ばれ、食糧油が抽出される。日本の大型商業精米所から出る米糠の大部分は搾油にまわされる。糠には約 20% の油分が含まれており、これは日本の貴重なほとんど唯一の植物性食糧油資源である。糠油は不飽和油脂が多く含まれ健康によいと云われる。

米糠は玄米から分離されるとその油分は急速に酸化されて遊離脂肪酸（FFA）となり食用には適さなくなるから、気温が高ければとくに速やかに製油工場に運ばれる必要がある。FFA の多い油は工業用に使われるが価格は大幅に安くなる。糠を加熱して油分を酸化する酵素を破壊すれば FFA の増加は防げるが、精米所にそのための設備をして糠を貯留するよりは速やかに製油工場に輸送した方が得策である。交通不便な発展途上国の精米所用に糠の酸化防止装置を開発する試みが何度もあったが、いずれも実現していない。

江戸時代には糠油抽出は人力による圧搾搾油によっていたが、労力を多用しても含有油分の半分くらいしか絞れなかった。現在ではヘキサンを溶媒としてこれに糠の油分を溶解させそれを分離してほとんどすべての油分を回収している。糠から糠油を抽出したあとの粕は、昔から肥料として活用されている。

小規模な糠油抽出法として機械による圧搾搾油が試みられたが、あまり実現していないようである。米糠は落花生・ひまわり・菜種・ごま・ココナツなどにくらべると含油割合が低く、ふわふわしていて大きな圧縮比を必要とする点が圧搾搾油を困難にしている。

糠には貴重な栄養が多く含まれており、糠を完全に取り去った白米ばかりを食べていると脚気になることは前述したが、他方、稻の成育過程で農薬や重金属などの有害物質が稻の体内に取り込まれるとそれらが糠に集中してくる。したがって農薬などを多用して栽培した米の糠は人体の栄養になるどころか有害になる。健康のために玄米や分搗き米を食べるなら農薬をあまり使わずに栽培した米を選ぶ必要がある。

### 5. 3. 13 白米の貯蔵

玄米貯蔵の困難さについては上述したが、これは玄米が生きていて呼吸熱を発散することと、玄米表皮には粉摺りによって傷がつけられていてそこから糠の油分の変質が始まることによる。だから、玄米から胚芽を取り去り糠も完全に除去してしまった白米なら玄米よりも貯蔵しやすい。

米を輸出する熱帯アジアの国々では輸出用の白米を港湾倉庫に大量に貯蔵している。海外から白米の注文があったときに粉から粉摺り精米をしていては間に合わない。しかし白米は粉のように長くは貯蔵できず、せいぜい数ヶ月である。米は完全に精白したつもりでもその表面には僅かな糠が残るあるいは付着しており、その糠から変質が始まることによる。だから貯蔵されている白米は数ヵ月ごとに再び精米機に通し再搗精しなければならない。

糠のたくさん残留している搗精度の低い白米は、玄米同様あるいはそれ以上に変質しやすいから、貯蔵には向かない。

日本では国内流通用の白米の場合にはあまり長い期間貯蔵しないから問題は少ない。1年以上も極端に滞在する南極探検隊は、密着包装袋に白米を入れてもつていった。これは不通気性の樹脂袋に白米を炭酸ガスとともに封入したもので、しばらくたつとガスは米に吸着されて袋内は低圧となり袋は米に密着して固体のようになり、長く品質を維持できる。こうした包装はその後一般にも使われるようになった。

現在では糠をほぼ完全に除去し、炊飯時に洗う必要のないような白米が作られるから、貯蔵可能期間は従来よりも長くなっている。

## 引用文献

1. 江崎春雄：穀類収穫機（株）イセブ茨城 p.73 1986
2. 星川清親：新編農用作物 養賢堂 東京 p.71 1988
3. 古賀康正：米の一次加工（諫山忠幸編 米－その商品化と流通 地球社 東京 1975 所収）p.272
4. 古賀康正：農村社会発展と技術－インドネシアにおける米収穫後処理過程をめぐって アジア経済研究所 東京

pp.27-28 1979

5. 工藤文太郎・曾根正人：米穀調製機具提要 斎藤報恩農業館 仙台 p.23 1938
6. 宮崎 清：図説・藁の文化 法政大学出版局 東京 pp.119, 124, 127, 137, 224 1995
7. 二瓶貞一：実験精米要説 西ヶ原刊行会 東京 p.64 1930
8. 二瓶貞一：実験穀物調整機 養賢堂 東京 p.138 1935
9. 農業機械学会編：改訂農業機械ハンドブック コロナ社 東京 p.682 1975
10. 清水 浩：在来農機具の形成と展開（農業発達史調査会編 日本農業発達史 中央公論社 東京 第2巻所収） p.89 1954
11. 清水 浩：農機具発達の一段階（同上 第4巻所収） pp.303-310
12. 庄司英信：改著農業機械学概論 養賢堂 東京 p.309 1975
13. Isamu Yamanaka & Hideo Kaburaki: Agricultural Machinery and Implements, The International Trade Service Bureau Inc., Tokyo pp.59-60 1961
14. 鶴山義雄：去りゆく農具 歴史春秋出版（株） 東京 pp.13-14 1987

## 付・ 稲と小麦の栽培・加工・消費形態の相違とそれのもたらす社会的結果

世界では稻を作っている地域と小麦を作っている地域とは、だいたい半々である。これについて両者の栽培条件から人間と作物とのあり方の生態的差異、穀物の性質の相違とそれに基づく加工過程の差異、それのもたらす社会的結果などを考えてみる。

### 1. 稲と小麦の栽培形態の相違とそれによってもたらされる経営形態等の相違

稻は（主として）水田に作られ、小麦は畑に作られる。水田は水をたたえるのでその区画を平らにしてそれを囲む畝を作らなければならない。したがってその一区画をあまり大きなものにするのは難しい。これにたいし、小麦は傾斜地でもつくられるから広い地域を一続きの耕地として使える。

稻は灌漑水によって栄養を補給され、またそれが土を洗うから、あまり施肥しなくても同じ土地で連作することができるのにたいし、小麦はつねに肥料を与えるなければ連作することが難しい。

稻は小麦よりも面積あたりの穀物の生産性（収穫量）が大きいから、耕地面積あたりの人口支持力が大きい。だから自然的経済の段階では稻作地域は人口密度が大きくなることができる。これらのことから、稻作地域では小麦作地域よりも経営単位面積が狭くなりがちであり、したがって米は自給的生産を、小麦は商品生産的性格を帶びやすい。

現在でも米は生産額のうち生産農家によって消費される割合が多く、流通にまわる割合が小麦の場合よりも少ない。米の場合、国際商品となっているのは生産額の1割前後だが、小麦はその数倍に達している。

現在では稻作適地とされる大河河口付近の広大なデルタ地帯も昔は技術的限界や悪疫等のため利用困難であり、稻作はまず主として起伏のある微地形や扇状地などをを利用して零細な規模で始められたと想像される。天水稻作は現在もあるが、生産の安定化のために小河川・湧水・溜め池などをを利用して灌漑をするようになっただろう。この場合、灌漑水路・堰などの建設・維持・配水のためには地域住民の共同活動が不可欠である。

現在でも、傾斜した地形にある重力灌漑（河川等からの流れをとりいれる灌漑）による稻作地域（稻作の歴史が古い地域）では、大河の季節的氾濫によって稻作をするデルタ地域低平地（比較的新しい稻作地域）にくらべて農民の地域的共同性がはるかに強固であり、協同組合等が形成されやすい。すなわち、稻作地域ではその水利のために社会の共同性が形成された。

これにたいして小麦作地域では畜力利用の大規模な耕起作業や輪作の便宜のために個別所有地を横断するような栽培形態（三圃農業など）がとられ、これが共同性をかたちづくる要因となった。

一言にして云えば稻作は人口稠密・集約的・自給的であり、これに比して小麦作は相対的に人口希薄・粗放的・商業的なものとなりやすい。

### 2. 米は粒食、小麦は粉食をする理由

刈り取って脱穀（藁から穀粒を分離する）した粉は穀殻をかぶっているが、これを取り除けば（粉摺をする）玄米となり、そのままでも食える。だが、これを臼にいれて搗けば米粒の中味（胚乳）は粉碎されずに周囲の糠（ぬか）だけが取れて白くなり、味も消化も良くなる。だから粒食できる。

これにたいし、小麦は脱穀のあとわざわざ粉摺をしなくとも玄麦になっているが、このまま煮沸しても旨くないし消化も悪い。それで米と同様に搗いてみると、糠（穂・ふすま）が破れる前に中味（胚乳）が粉碎されてしまうので粒食ができない。これを食うためにはそのままどんどん搗いて中味を細かい粉にし、糠は大きな破片のまま除去し、粉食するしかない。そして小麦はグルテンを含んでいるので、その粉をパンや麺などに加工すれば美味になる。

両者の差異を一言にして云えば、米は外（糠）が柔らかく中味（胚乳）が硬いのに対し、小麦は外が頑丈だが中味は柔らかい。だから、前者は粒食、後者は粉食することになる。

### 3. 両者の加工過程の特徴

収穫した米（粉）は臼で搗いて粉摺りをする（玄米にする）だけで食えるのだから、ごく簡単である。玄米をさらに臼で搗いて糠を取り去れば（分搗き米あるいは白米）さらに旨くなり消化もしやすくなる。だから稻は収穫したら個人でも他に頼らずに食べることができる。分業して粉摺り・精米などの加工するにしても小規模で済む。世界の米の過半を占めるインド種の米の場合、粉摺・精白をするのに臼で搗けばかなりの碎米を生じるが、贅沢を云わなければ食べるのに支障はない。古くからあるパーボイル法（粉を水浸してから茹でる）を用いれば臼で粉摺り・精白をしても碎米を生じることもない。

これに対し、小麦は穀粒を粉碎し、それから糠（ふすま）を篩でわける必要がある。むろん、原始的段階では粉碎も不十分で糠もあまり分離せずに食べただろ

うが、社会の発展につれてこれをより美味で消化のしやすい形で食おうとすればよく粉碎し、糠は分け取る必要がでてくる。これにはかなりの努力を必要とし、そのための複雑な道具を使いそれを動かす動力の利用法も発達させねばならず、大がかりな仕掛けが要ることとなる。

米の場合には簡単な木製の搗き臼と杵とで済んだが、小麦の場合には粉碎用の石臼、すなわち回転臼が必要であり、必要動力が大きいから畜力・風力・水力などで回すことになる。さらに糠を分離し粉をふるう設備などを加えれば個人でまかなえる範囲を超えるから、小麦を栽培・収穫してもそれを自力では消費できず、製粉は専業の加工業者すなわち製粉所に依頼することになる。

#### 4. 欧州と日本=技術的過程の集中・対・分散

ヨーロッパにおける小麦の製粉は中世のころからすでに集中化されていた。ひとつの村の小麦は水車や風車などによって駆動される一ヵ所の製粉所に集められて製粉された。領主が自分の所有する製粉所を使わせたいから農民が個別に製粉することを禁じたということもあったが、もともと小麦の製粉が小規模では困難であるからこそそうした製粉所が成立したのである。そして小麦の生産者である農民もそこに販賣を依頼したり、小麦を売って小麦粉を買うようになった。

小麦栽培地域では長いあいだ製粉所がもっとも主要な加工工場であり、その動力化・能率化のために機械技術や畜力・水力・風力の利用も進んだ。17-18世紀に至ってもヨーロッパ諸国では製粉がすべての加工工業のうちもっとも重要な位置を占め、アメリカでは1860年になってもまだ製粉工業が諸加工工業中第1位を占めていた。すなわち小麦地域では製粉工業は長いあいだ工業の中核をなし、近代産業成立の先駆けをなしたのである。元来製粉所を意味する mill という英語が、今では steel mill, paper mill などあらゆる種類の加工工場を指すようになっていることがこうした歴史的経緯を物語っている。

この場合、小麦生産者である農民はその原料小麦の供給者であり、その加工過程には直接関与しない。農民は作物栽培専門で、その加工工程とはほぼ無縁である。

消費者は製粉された小麦粉を（主として）パンにして食べるわけだが、パンを焼くのにはかなり大がかりな設備と煩わしい工程と多量の燃料と知識・経験とを要する。零細な庶民はパン焼きをする余裕もなく、また自家製パンと専門業者の焼いたパンとでは味の相違も大きいから、小麦粉ではなくパンを買うことが多くなる（各種の非発酵パンの場合でも同様である）。そ

れで製粉業と並んで製パン業がそれぞれの地域の生活に不可欠になる。このことは炊飯という家事労働を簡易化させると同時に貨幣への依存を深めるから、雇用労働を促進し貨幣経済・商品流通を浸透させる要因となつた。

これに対比して、米の場合には粉摺・精米の仕事は簡単だからほとんど家庭の人力で間に合い、それを業者がおこなう場合でも多くは雇用した人力労働で済み、畜力や水力を使うにしてもごく小規模で簡単な施設である。

米は簡単な設備と僅かの燃料とで隨時好きなだけの量を簡単に炊飯することができるから、製パン業に相当するような業者は不要であり、小麦地域のように遠征する軍隊が大がかりな製パン設備まで戦場にもっていくというようなこともなかった。したがって米栽培地域では歐州のように大規模な穀物加工業は成立せず、それが近代工業の先駆となるようなこともなかった。

しかし米栽培地域のうち日本では農民が粉摺・精選・俵装までを担い、そのまま商品となる俵装玄米を生産するという特殊な慣習があり、動力化こそされなかつたがそのための加工用具と技術とを発達させてきた。日本では他の伝統的稻作地域と異なり、16、7世紀以降の農民は粉ではなく玄米のかたちで手放したから、その品質が価格に反映されるので自然に品質観念が形成された。つまり日本の場合は農民自身が農作業とは別に収穫後処理作業という工学的経験を重ねてきたのであり、半農半工であったと云える。欧米に比べて日本の農民の識字率が遙かに高かったことはそのひとつの結果であり、それによって近代工業形成期に農民がその必要労働力の担い手になることができた。明治以降の近代産業を可能にした条件は、資本の有無よりも、農村から豊富に供給された良質の労働力にあったことは広く認められている。農民のあいだに蓄積された知識と経験とによって零細な規模で独自の技術を展開させたことが日本独自の小規模農業機械化発展の原動力になった。

これを小麦地域の集中化された資本による大規模な工業と、それから隔絶された農民とを生み出してきた歴史と対比するなら、その相違点は明らかだろう。つまり小麦地域では穀物加工業をきっかけとして集中化され専門化された大規模な技術が成立し発展したのだが、日本の場合には技術的過程が農民によって広く分散的に担われ、それが近代工業成立の基盤となつたと云える。

#### 5. 日本以外の稻作地域

日本以外の伝統的米作地域では、農民が粉のまま

売ってしまうという点は小麦作地域の農民に似ているが、自家消費用の米は自分で搗いたり小規模な精米所で賃搗きして消費する。そもそも米作農民は小麦作農民よりは自給的生産という性格が強く、商品生産者という面は弱い。したがってここでもヨーロッパのように主要食糧の商品的流通・加工が近代産業の先駆をなすということはなかった。

19世紀になってヨーロッパ諸国がアジア稻作地域の一部を植民地化し、米を輸出商品とするため大型商業精米所を建てたが、これは初の集荷・乾燥から白米生産に至る一貫した総合的な処理施設だったから、当時の日本の水車精米などよりもはるかに複雑・巧妙な機械設備・動力装置を備えていた。しかしこれらの機械や動力装置の開発・製造はもっぱらヨーロッパの宗主国で行われたから、小麦地域の製粉所のようにその立地する地域の工業化を推進する原動力にはならなかった。植民地でも精米所の部品製造などの工業がいくらかは興ったが、ごく限定期である。

同じ米作地域でも、アメリカや豪州など歴史的に新しい米作地域では稻作適地だけを選んで大規模に栽培し、最初から商品生産をめざしているから、零細農民が水稻栽培をするアジアの伝統的な米作地域とはその性格をまったく異にしている。したがってこれら地域を伝統的米作地域と同列に扱うことはできない。

了

## 執筆者について

### 第2章担当

#### 清水 浩 (しみず ひろし)

1926年5月東京都に生まれる。1947年3月法政工業高専卒業。1961年7月東京農業大学農学博士

1947年6月農林省農試農機部助手、1950年1月農業発達史調査会員、1954年7月井関農機株研究部、1953年4月富山県立短大農機科教授、1975年4月岩手大学農学部教授、1996年2月岩手大学名誉教授。

著書 17、主な特許 10、原著論文 59、報告書・論説 79。

### 第3章担当

#### 小池 正之 (こいけ まさゆき)

1945年1月広島県に生まれる。1969年3月京都大学大学院農学研究科修士課程修了。1970年4月国際稻研究所（IRRI）特別研究員、1972年3月鳥取大学農学部助手、1976年8月同大助教授、1980年4月アジア工科大学（AIT）准教授、1986年11月筑波大学農林工学系助教授、1995年4月同大教授。

トラクタフレームの最適設計、農耕土の締固め特性、熱帯農業機械化論に关心を持つ。  
現在、筑波大学大学院生命環境科学研究科教授、農学博士、農業機械学会長。

主な論文・著書等 学術論文 75編、著書 5編。

### 第4章担当

#### 下田 博之 (しもだ ひろゆき)

1930年埼玉県に生まれる。1953年3月東京農工大学農学部を卒業。同年4月東京農工大学農学部に勤務し、1970年助教授、1990年教授、1994年3月同大学を定年退官、同年4月東京農工大学名誉教授、現在に至る。

研究分野は耕耘機械の開発改良、稲作機械化体系、農業機械発達史などに关心を持つて従事する。併せて、熱帯農業の機械化に关心を持つ。

JICA専門家としてインドネシア国、イラン国等にて技術協力事業に参加、また、1977年から2001年3月まで青年海外協力隊事務局・技術専門委員ならびに、シニア海外ボランティア専門委員をつとめる。

1989年4月-1992年4月 日本農作業学会副会長、1992年4月-1994年3月 日本熱帯農業学会副会長。著書、共著数冊、論文多数あり。

### 第5章担当

#### 古賀 康正 (こが やすまさ)

1931年東京都に生まれる。1958年東京大学農学部卒業。1962年海外技術協力事業団（OTCA）研修管理員。1968年（株）佐竹製作所・海外部長。1976年国連アジア大洋州経済社会理事会（ESCAP）専門家。1979年海外貨物検査（株）コンサルタント部顧問。1988年（株）民生技術研究所を設立、所長。1990年インドネシア・ボゴール大学客員教授。1994年岩手大学農学部教授。1997年国際協力事業団（JICA）筑波国際センター農業工学集団研修コース研修指導者。この間インドネシア・タイ・ビルマなどに各数年間滞在、その他十数カ国で1ヶ月以上の調査・研究など。2004年NPOクリーンエネルギーフォーラム顧問、全国小水力利用推進協議会理事・運営委員。1979年以来断続的にJICA農業関連各種集団研修コース等の非常勤講師。農学博士。

専攻 農産物収穫後処理技術、農村開発、エネルギー利用など。

農業技術関連著書 26、同論文 73。

