

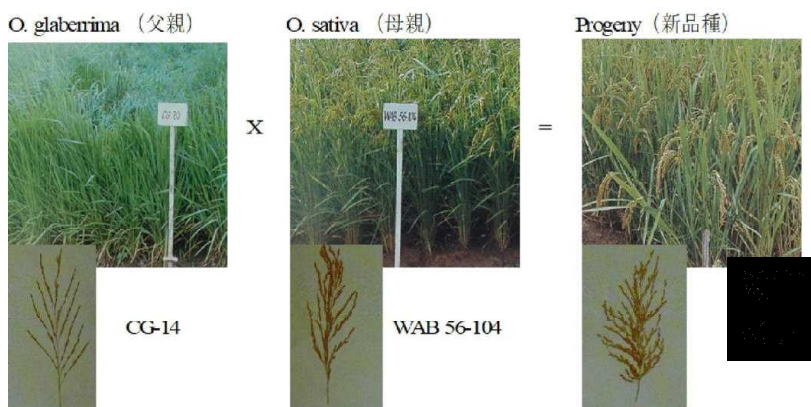
陸稲栽培（ネリカ栽培）編

ネリカ(NERICA)とは？ NERICA = NEw RICE for Africa

アジアを中心に栽培されているイネの学名は *Oryza sativa* L. であるが、西アフリカ起源のイネは種を異にする *Oryza glaberrima* Steud. でありそれらの雑種は高い不稔性を示す。このことからアジアイネとアフリカイネの交配による改良品種の開発は不可能というのが定説であったが、1992年西アフリカ稲作研究機構(West Africa Rice Development Association, WARDA)の Dr. Monty Jones が稔実粒を得ることに成功し、戻し交配法と薬培養により稔性の向上と固定にかかる期間を短縮し1996年には実用品種候補の育成に成功した。2000年これらの系統を NERICA と名付け、7つの有望系統を NERICA-1～7の番号を付け各国で品種適応性試験を開始した。2002年南アフリカで開催された環境開発サミットで小泉首相が日本がネリカ普及を推進することを表明し、JICAは2003年と2004年にネリカ調査団をアフリカに派遣しネリカの普及支援を開始した。ウガンダにおいては2003年に NERICA-4 を奨励品種に選定し普及を開始した。2005年に NERICA 8～18が WARDA からリリースされ、ウガンダでは2007年に NERICA-1 と 10 を奨励品種に追加し、種子の配布を開始した。また、水稲ネリカも育成され、2007年に NERICA-L 1～60がリリースされ各国で品種適応試験が開始された。水稲ネリカ 1～60は全てが RYMV にかかりやすく RYMV が発生する地域では使えない。

ネリカの特徴

- ・ネリカは両親が陸稲であったことから陸稲品種です。
- ・在来の陸稲品種に比べて生育日数が短い。
- ・丈夫な茎を持ち倒伏することなく重い穂を保持することができる。
- ・有効分げつが多く穂は脱粒しにくい。



アジアイネとアフリカイネの交配種（種間交雑種）

- ・穂は2次枝梗を持ち120～300粒の籾をつける。
- ・早魃耐性がある。
- ・稲の主要病害（イモチ病、イエローモットル病）に対する抵抗性がある。
- ・蛋白含量が高い（普通のコメはタンパク含量が6%ですがネリカは8%あります）
- ・穂重型の品種（分げつが少なく穂数も少ないが穂が大きい）
- ・感温性で気温が高いと生育日数が短くなり低いと長くなる。例えばネリカ4が高温のスーダンでは100日、ウガンダでは120日、低温のエチオピア高地では140日となる。

ネリカの品種

ネリカは1から18までの18品種あります。

ネリカ 15, 16, 18 は赤米です。赤米が好まれる国では赤米ネリカも導入しても良いかも。
ウガンダで奨励しているネリカ 1, 4, 10 の特性

NERICA 1



ネリカ品種の中では唯一香りがある香り米です。収量は中程度、生育日数は 115 日程度です。特徴は稃先色が黒く生育初期の茎の下部が紫色です。

NERICA 4



ネリカ品種の中で最も普及している品種で多くの国で奨励品種となっている。
高収量で食味もよい、生育日数は 120 日程度、稃先色（粃の先の色）はピンク（無色のネリカ 4 もある）このピンクは稔実するに従い消える。難脱粒性で脱穀が問題となることがある。

*ネリカ 4 はネリカ 3 と似ていて生育日数や草丈も同じでです。エチオピアやジンバブエではネリカ 3 が奨励品種になっています。

NERICA 10



ネリカ品種の中ではネリカ 14 と共に生育日数が最短で 105 日程度であり、
粃には長い芒があります。

その他のネリカ

また生育日数が短いネリカは 10 と 14 です。14 はウガンダではいもち病が激発収量ゼロになりました。いもち病の発病が確認されないザンビアやザンジバルでは 14 が奨励品種になっています。ネリカ 6 は RYMV 抵抗性があるのでウガンダで RYMV 発生している水田地域に水稻で抵抗性のある WITA9 と共に奨励品種にしている。

余談ですが筆者がイネの草型として一番良いと見ているのはネリカ 6 です。

ネリカ栽培の適地

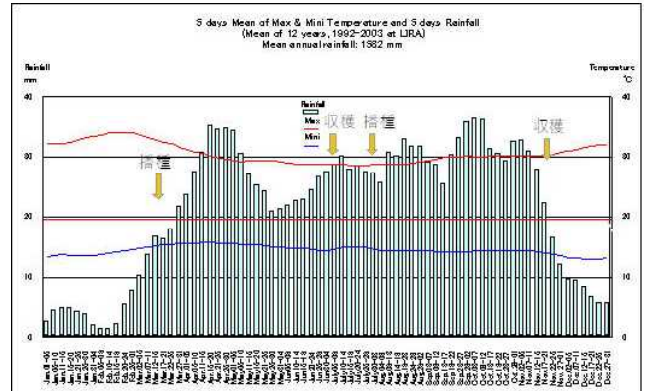
要水量

陸稲栽培にはどの位の水が必要なのか？

目安は 5 日間の雨量が 20mm(4mm/日)以上です。ネリカ 4 の生育日数は約 120 日なので播種から収穫までに 480 mm (480L/ m²)の水が必要となります。

灌水試験の結果を見ると 20 mm と 25 mm の収量の差が 2.4 t/ha と大きい、それは生育後期（穂孕期から出穂期）には 20 mm では稔実に土壌水分が不足し稔実歩合が低くなる（空粃が多くなる）からです。

陸稲栽培には 5 日間の雨量 20mm 以上が必要



5 日間雨量と最低・最高気温をグラフにして栽培適期を見つけてください

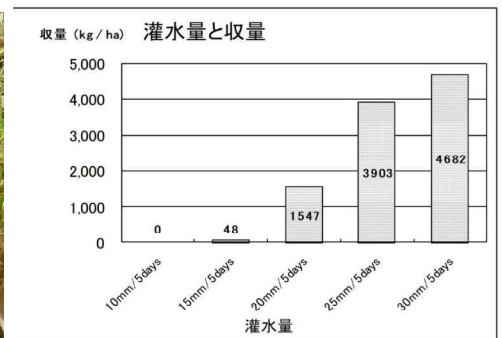
播種後 107 日目（収穫時）



15mm/5 日



25mm/5 日

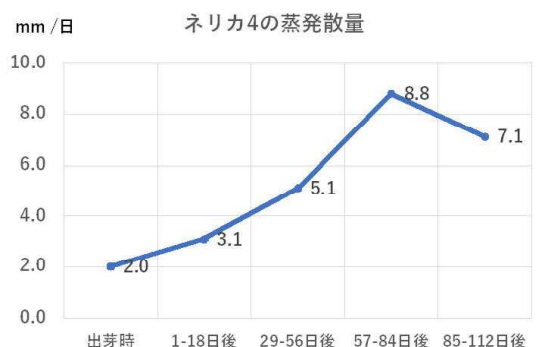


灌水量と収量（ネリカ 4）

ネリカ 4 の蒸発散量（ウガンダ）

蒸発散とは土壌面からの水の蒸発と植物からの水の蒸散。

蒸発散量は出芽後 50 日までは 5mm/日ですがその後は 8mm 以上となる。ネリカ栽培では降雨が多くなる時期に幼穂形成期から出穂期となるようにすることで稔実歩合も向上し高収量が得られる。



後藤氏がライシメータを使った試験 ウガンダ

気温

最低気温 10℃以上、最高気温 40℃以下と思われる。熱帯アフリカでも標高が 1700 m 以上だと低温で生育は良くない。ネリカ 4 は平均気温 22℃のウガンダでは生育日数 120 日、エチオピアの高地では 140 日、高温のスーダンでは 95 日です。平均気温により生育期間がある程度予測できます。平均気温が 1℃違うと生育日数が 4～5 日違うようです。

土の pH

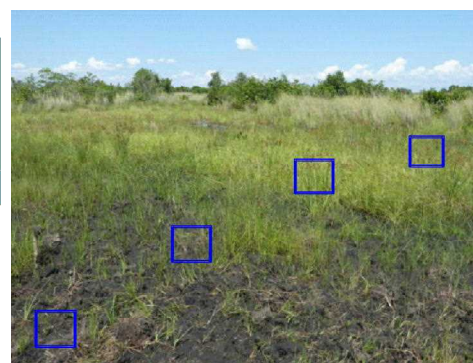
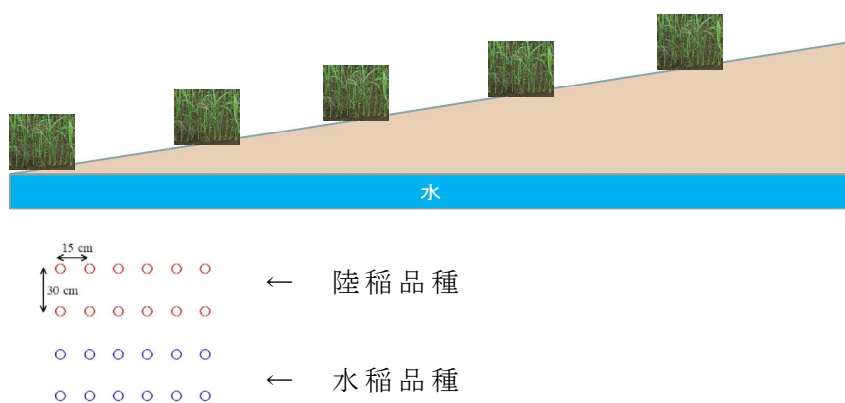
イネは酸性土壌を好むのでアルカリ土壌では生育が悪い、pH が 7.5 以上で写真のように生育が悪い。スーダンのゲジラスキームでは pH が 8 とアルカリ土壌であるがネリカ 4 は生育しています。

一般にアルカリ土壌は多くないので陸稲栽培で問題となることは少ないが、トウモロコシを栽培した時に石灰を施用した圃場では問題になることがあります、特に試験場のトウモロコシ跡地はアルカリ土壌のことがありネリカの生育は悪い（ケニアのキスム試験場で経験した）。



適地を稲に聞いてみよう

雨量が少なくても雨期に土壌水分が高くなる低湿地はイネが良く生育します。低湿地のどこでイネが良く生育するかを知るには実際にイネを試し植えすることです。雨期に低湿地は湛水する所が有り播種後の種子や出芽後にイネが冠水すると枯死するので試し植えが重要です。また、低湿地から上方に行くと土壌水分が不足してイネの生育が悪くなります。農家はトウモロコシ等の畑作物の栽培経験から雨季に湛水しない低湿地の上部に栽培することが多く見られます。イネは水分過剰や湛水する所の方が生育が良いことを知ってもらうには下記のような試し植えをして生育状況を見せることが必要です。



土壌水分が高い所を見つけるには雑草の植生を見てカヤツリグサ科が生えているところを探して下さい。

カヤツリグサ類は茎の断面が三角形です。



Cyperus corymbosus *Cyperus iria* L. *Cyperus difformis* L.

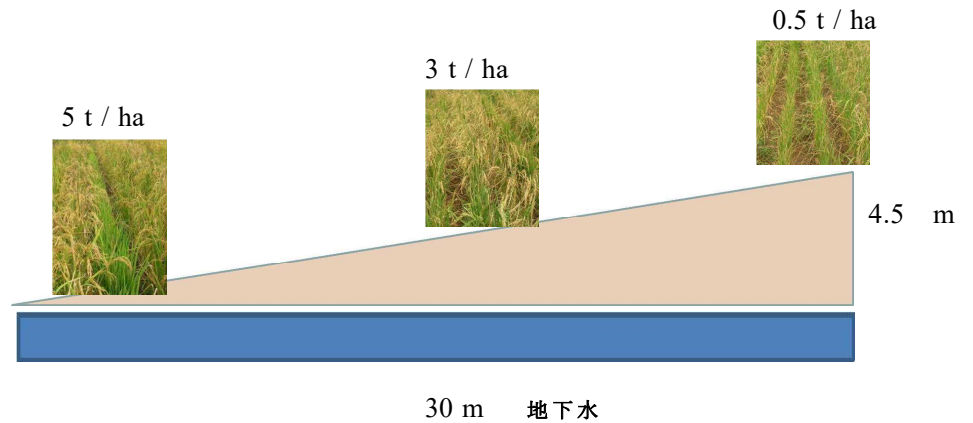


蟻塚

反対に蟻塚が多くあるところは土壌水分が低くイネには適しません。

斜面での生育の違い（地下水位の違い）

斜面では地下水位が浅いと地下水の水分で生育が良い、収量の違いは主として穂数と稔実歩合の違いです。



水の確保

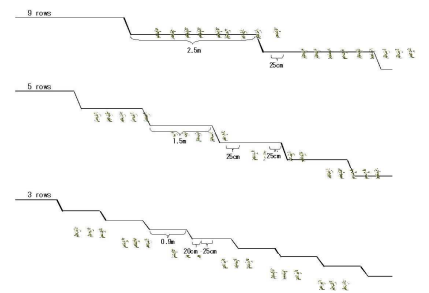
限られた降雨を有効に使うために斜面の畑ではテラスを作り雨水を溜める、テラスは豪雨時に雨水の流れで種子や発芽後の流亡を防ぐ効果もあります。



テラス無し



テラス有り



大雨による種子の流亡



足踏みポンプ



畝間の稲、凸に豆を植える

種子の準備

準備した種籾の発芽率が低いと必要とする栽植密度が得られないので発芽試験は必須です。

発芽試験の方法は水稻栽培編を参照して下さい。

収穫後すぐに播種するときは休眠期間に注意する

（ネリカの休眠は3週間程度です）。

播種に必要な種子量を計算し（5 g / m²）、計測後は水に入れよく

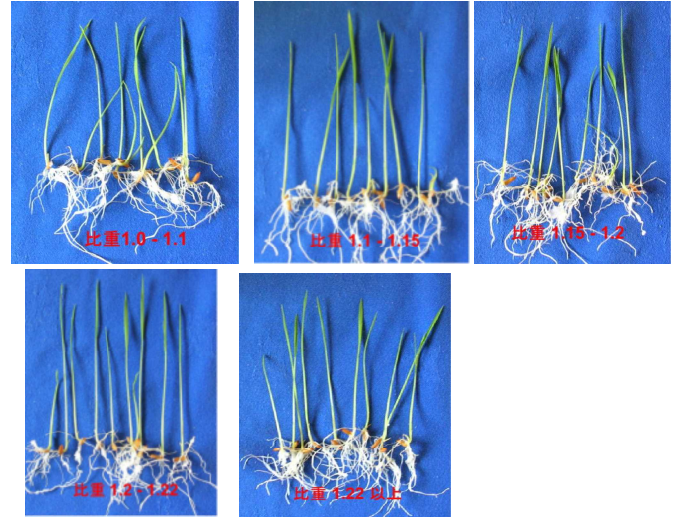
塊回し浮いた空籾を取り除き沈んだ籾を乾かしておく（水選）

塩水選は必要ありません。





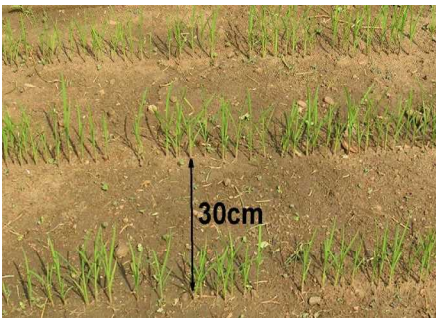
千粒重の違いによる生育状況（ネリカ4） S: 23g / 1000粒 収量：4.6t / ha
 S: 1000粒重 23g L: 1000粒重 28g L: 28g / 1000粒 収量：4.5t / ha



水選したネリカ 4 の種子を大きい種子(1000 粒重：28g)と小さい種子(1000 粒重：23 g)に分け生育を比べたところ出芽、生育、収量に差が無かった。また、比重 1 と 1.22 以上の種子が出芽に違いが無いことから水選した種子なら OK と言うことです。

播種方法

陸稲は田植えをせず直播きします。播種の方法は点播、条播、散播があります、条播が一般的で容易です



条播



点播

条播： 耕起、細土したら畝間 30cm に播種溝（幅 5cm、深さ 3cm）を作る。播種溝に種籾を播き覆土する（1m に 50 粒程度）。覆土の深さに注意する。

点播： 畝間 30cm、株間 12.5cm に播種穴を開ける。播種穴に 5～7 粒播き覆土する。播種穴は広い方が種籾が密にならずに良い。



播種密度と播種量

播種法	播種密度	株 / m ²	種 / 株	播種量
条播	30 cm x 1.8 cm	185	1 seed / 株	50 kg / ha 5 g / m ²
点播	30 cm x 12.5 cm	26.7	7 seeds / 株	50 kg / ha 5 g / m ²

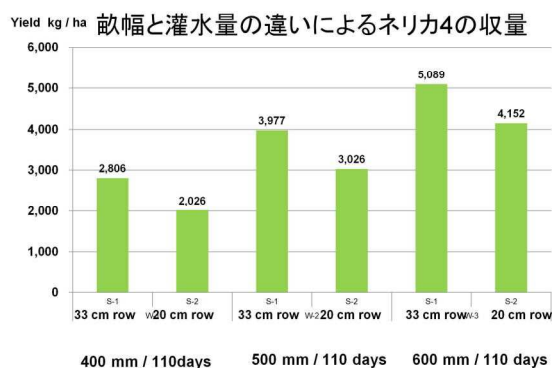
栽植密度の計算

畝幅 30cm x 株間 12.5cm の栽植密度は $1 \text{ m}^2 \div 0.3\text{m} \div 0.125\text{m} = 26.66 \quad 26.7 \text{ 株} / \text{m}^2$

播種量の計算 (種籾の 1000 粒重を 27 g とすると)

条播で 30cm x 1.8cm $1 \text{ m}^2 \div 0.3\text{m} \div 0.018\text{m} = 185 \quad 185 \div 1000 \times 27 \text{ g} = 5 \text{ g} \quad 5 \text{ g} / \text{m}^2 = 50 \text{ kg} / \text{ha}$

畝幅 30cm にしたのは畝幅と灌水試験の結果から灌水量にかかわらず 20cm より 30cm の方が収量が高い結果からです。

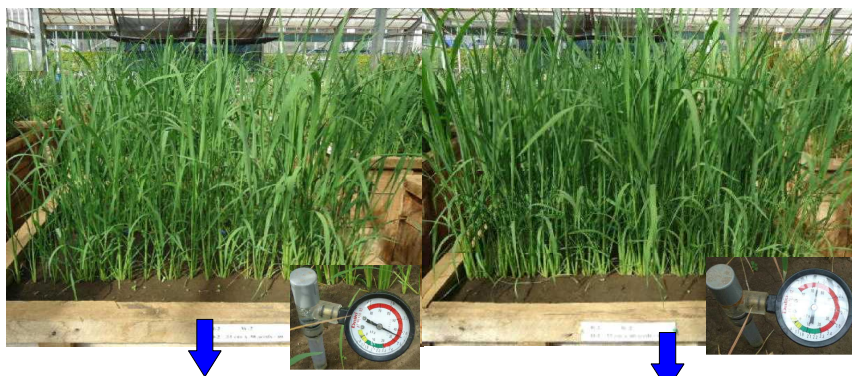
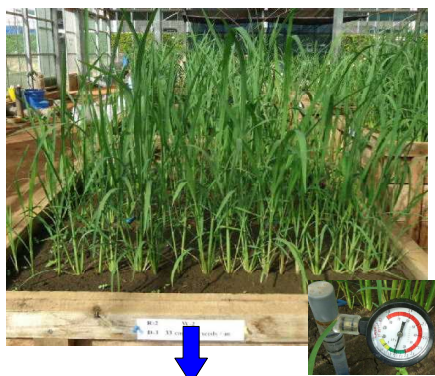


条播の播種量試験

畝幅 33cm x 20 本 / m

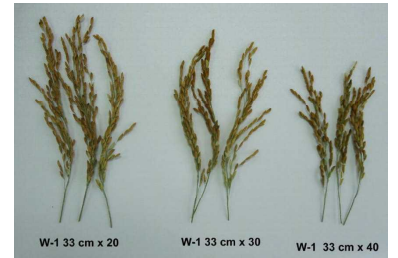
畝幅 33cm x 30 本 / m

畝幅 33cm x 40 本 / m





栽植密度	穂数 / m ²	穂長	推定収量
33 x 20	162	20.5 cm	3.7 t / ha
33 x 30	224	19.3 cm	4.2 t / ha
33 x 40	264	16.8 cm	2.7 t / ha



畝幅 33cm の条播で 1m に 20 本、30 本、40 本植える試験をした。

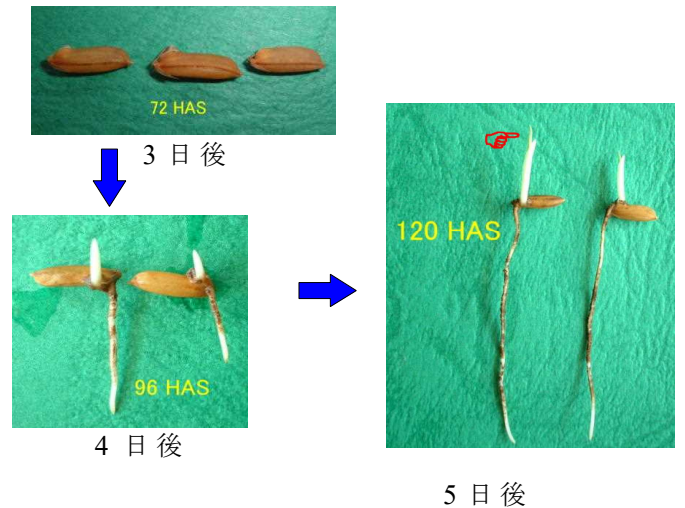
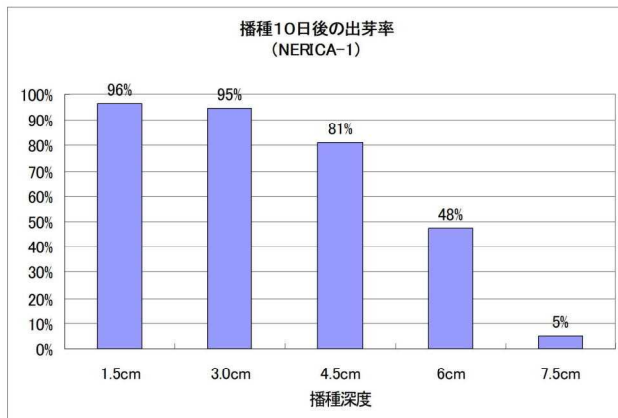
灌水量が同じだと多く植えるとイネの間で水分競合が起こる

テンシオメータ (pF メータ) の値は 20 本では OK だが 30, 40 本では乾燥値を

示していた。収量は 30 本 > 20 本 > 40 本となり、穂の大きさは 20 本 > 30 本 > 40 本となりました。奨励播種量の 50kg / ha は多すぎる結果となりました。

発芽、出芽と播種深度

種を土中に播種し十分な水分があると 3 日後に発芽します、4 日後には芽と根が伸びてきます、5 日後に芽の先が地面から出ますこれを出芽したと言います。



発芽から出芽までの日数は播種した深さ（土をかけた深さ）により異なります。播種の深さが 5cm 以上になると出芽率は 50%程度になり生育にも大きな差がでます。奨励している播種の深さは 3 ~ 4 cm です、1、2 cm が出芽、生育が速いのですが、実際の圃場で 1、2 cm の浅植では降雨が無いと表土が乾き水分不足となる、また豪雨で種子が流亡することがあるので 3 ~ 4 cm を奨励しています。また、浅く播種すると茎が地中に入らないので倒伏しやすくなります。



播種後 2 週間



播種後 4 週間



播種深度により生育が異なる

写真のように播種深度の違いにより生育に大きな差がでます、この差は収穫期まで影響するので登熟時期に差が出て一度に収穫できないことが起こります。生育や収穫期を均一にするには播種深度を均一にすることがポイントです。登熟期が均一でない場合には登熟した穂だけ刈り取る穂刈りを行う農家もあります。このように播種深度また降雨の有無により出芽までの日数が分からないので生育日数は 50 % 出芽した日から数える。

欠株対策

出芽後 10 日～ 15 日に欠株をチェックし、事前に準備した苗を移植するか多く出芽した部分の苗を引き抜き移植する。畑状態での移植は土壤水分が十分ある降雨後に行い、種子が付いた状態の苗を移植すると活着が良い。なお移植は出芽後 2 週間以内に行うことが好ましい。

欠株の所に再播種すると出芽時期が異なり出穂、登熟期が均一にならず問題となります。



多く出芽した所から欠株の所に移植



播種時に苗代に播種しておく

施肥

ネリカ（陸稲）栽培に施肥は奨励していない、降雨が少なく水不足となると生育不良となるリスクがあること、また施肥により初期生育が旺盛になると水の必要量が大きくなり水不足となり稔実歩合が低下し空籾が増加し低収となる。施肥をして増収する条件としては灌漑があり水分を十分に与えられる、または低湿地で地下水水位が浅く降雨だけに依存せず旺盛な生育が期待される場合は以下の様な施肥が考えられます。

基肥は播種前には施さず出芽を確認し種子の養分を消費し終わる出芽後 2～3 週間目に施す、出芽後 3 週間目頃に 1 回目の除草を行うので施肥後に鍬で除草しながら肥料を土と混ぜると良い。追肥は幼穂形成期(Panicle initiation, PI 期)に尿素を施します。

施肥量：55-23-0 NPK kg / ha

肥料の種類	基肥 出芽後 15-20 日後	追肥 出芽後 55-65 日後
DAP(18-46-0)	50 kg / ha	0
尿素(46-0-0)	50 kg / ha	50 kg / ha



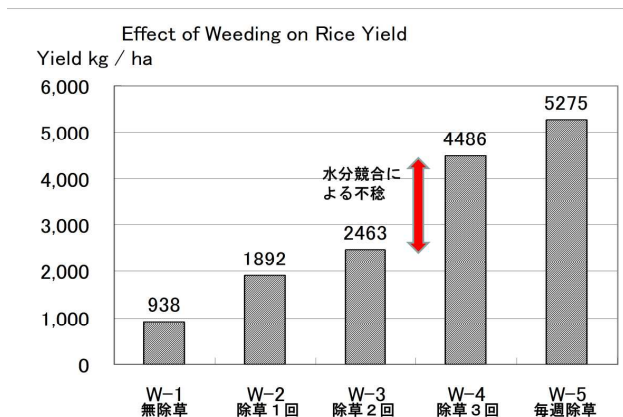
幼穂

除草

水稲は田植えをするとき発芽して3週間以上の苗を植えるので雑草に対して3週間のアドバンテージがあり、おまけに水田を湛水状態にすることで雑草の発芽を抑制します。陸稲は出芽すると同時に雑草も出芽します。陸稲の方が雑草の繁茂が多く除草が必須になります。雑草が繁茂することで土壤水分と養分が収奪されイネの生育が悪くなります。特に土壤水分の競合は湛水状態で生育する水稲に比べて陸稲は競合が大きくなります。特に穂孕期からの水分競合は稔実に影響を与え、雑草による水分収奪の水分不足は空籾の増加を招き減収となります。

除草試験

除草回数の違いによるネリカ4の収量

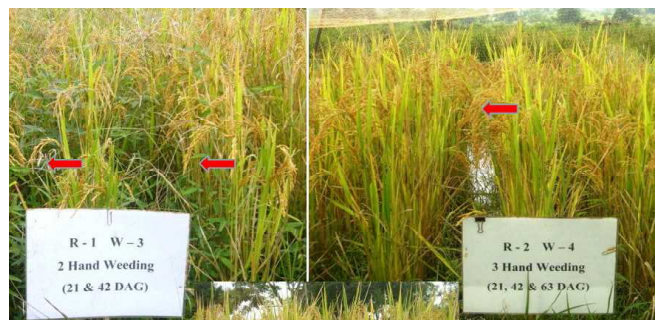


除草2回と3回の収量差は幼穂形成期から雑草とイネの水分競合で2回では雑草が土壤水分を吸いイネが水分不足になり稔実歩合が下がるからです。稔実歩合の違いは穂の垂れ下がり方で分かります。



無除草

除草1回(出芽後21日)



除草2回21,42日

除草3回21,42,63日

穂の垂れかたに注目 ←

雑草無し、毎週除草

ストライガ Striga 寄生雑草

アフリカには Striga というトウモロコシ、ソルガム、イネの根に寄生し養分を収奪する寄生雑草があります。Striga は土壤水分が低く低肥沃な土壤で生育するので、陸稲を栽培する土壤水分が高く肥沃な土壤では問題になることは少ない。

ネリカ1と10が抵抗性という情報もあります。



除草剤

陸稲に適した除草剤は数種類あり大規模栽培では利用していますが、栽培面積が小さい農家では使うことはありません。散布方法を誤ると薬害がでます。



除草剤による薬害

普通雑草はイネよりも早く開花し種子を作ります。

そして雑草は1株から作られる種子数が多く

種子の休眠期間が異なるので長期間発芽します。したがって雑草が種子を作る前に除草することが肝心です。

陸稲品種を水田で栽培

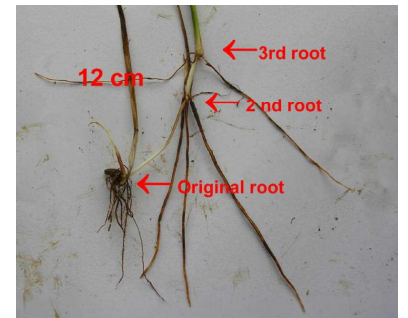
ネリカは水田の方が良く育します。ネリカを水田で栽培する時は水稲と同じように苗を移植します。陸稲品種は水稲品種と異なり分けつが少ない穂重型なので栽植密度を高くする必要があります（畝間 30cm x 株間 12.5cm 26.7 株/m²）。ネリカは水稲と異なり移植時に深植えすると活着と生育が悪くなります。また生育期間が短いので3週間以内の若苗を植えてください。



水稲品種は深植えでも OK



ネリカは深植えすると X



ネリカを 12cm に植えると
2 段根、3 段根が出る

収穫（刈り取り）

刈り取りの適期を見極め収穫するが、登熟が均一でないと一度に刈り取れないので登熟した株や穂を選別して刈り取ることにな。登熟が均一でないのは生育期間の異なる他品種の混入や播種深度の違いによる生育の違いです。このように登熟が均一でない陸稲は穂刈りすることが多い。穂刈りした穂は脱穀しにくい（脱穀機や叩き付け台が使えない）



株元からの刈り取り



穂刈り



巻き貝による穂刈り

収穫適期

Best time for harvesting



稲の穂は上部から開花していくので登熟も上から下に順次していきます、収穫適期は穂の最下部が登熟しかかった（少し緑色が残る）時です。

収穫が遅れると脱粒しやすい品種では脱粒してしまいます。また、食味も悪くなります。

Ratoon 作（ひこばえ作）

イネは適当な温度と土壌水分があると収穫後に再生し収穫することができます、これを蘗（ひこばえ、Ratoon）といいます。収穫時に刈り株を踏まないように注意します。では、刈り取りの高さはどの位が良いか？刈り株を 5, 10, 15, 20, 25, 30cm にした試験では 25 cm が最もよかった。品種や収穫時期により蘗の生育は変わります。また、蘗の栽培管理（除草、施肥）の効果については試してみてください。ひこばえの収量は前作の 15 ~ 30% 程度です。



65 日



主作 115 日 収量：7.8 t / ha

Ratoon 作刈り株 25cm 収量：2.3 t / ha

一般に蘗米は小粒で美味しいと言われています、これは蘗が普通作に比べて栄養状態が悪く、タンパク含量が少ないからだと思われる。

他の作物との間作・混作

ネリカは他の畑作物と一緒に栽培することができる



コーヒーとの間作 ウガンダ



豆との間作 ケニア



トウモロコシとの間作ケニア



バナナとの混作 ウガンダ



ココナツの下での栽培 ザンジバル

無耕起(Zero Tillage)栽培

除草剤を使った無耕起栽培を試してみた。

草が生えている畑に播種穴を開け播種して覆土する。4日後に非選択性除草剤を散布する。



播種



25日後



60日後

脱穀作業

ネリカは脱粒性難の品種が多く特にネリカ4は脱粒しにくい。脱穀には脱穀機や脱穀台を使う、穂を棒で叩き付けるのは粃にクラックが入り精米時の碎米増加になる。



脱穀台に叩き付ける



脱穀箱に叩き付ける



稲穂を棒で叩き付ける

風選、乾燥は水稻栽培編を参照してください。