

第三回CARD専門家勉強会プログラム

農業機械（収穫後処理）

プロジェクトでの事例紹介（乾燥技術）

コートジボワール国 PRORIL 2 における
籾殻燃料を使用したIRRI式平型乾燥機の導入事例

農業機械／収穫後処理 黒沼博之

乾燥の現状と課題

工程	刈取り	(待機／乾燥①)	脱穀	乾燥②		精米
場所	圃場			圃場／精米所		精米所
コメの形態	稲	稲穂	生粳	生粳⇒乾燥粳		乾燥粳⇒精白米
作業／ 農業機械	手刈り	圃場での稲穂の積み上げ（脱穀待ち）⇒（「地干し」）	脱穀機	天日乾燥	・合成樹脂シートの上での乾燥 ・粳かきを使ったテンパリング	中国製粳すり精米機＋セパレーター＋石抜き機＋カラーソーター
	機械乾燥			平型静置式乾燥機（IRRI 式平型乾燥機） ・送風機＋粳殻燃焼ユニット 縦型循環式乾燥機		
		コンバイン（普通型）				
問題点	<p>【従来の問題】</p> <ul style="list-style-type: none">・刈取機の不足のため収穫適期を逃してしまう。・脱穀機不足と不適切な刈取り済みの稲（稲穂がついた状態）の保管（特に雨季後半の収穫作業）による生粳の劣化。・収穫・脱穀・乾燥・精米工程における生粳の不適切な取扱いによる夾雑物の混入、精米品質の劣化。 *圃場で行われている生粳の天日乾燥は乾燥方法に改善の余地あり。⇒巡回型研修を実施中・燃料コストの問題から、機械乾燥の受容が進展しない。・不適切な維持管理、オペレーション（機械機構の調整を含む）のため、普及している農業機械（精米機をふくむ）のポテンシャルが生かし切れていない。 <p>【新たな問題】</p> <ul style="list-style-type: none">・コンバインの普及に伴う、水分量の高い生粳の適切・迅速な乾燥、保存の実現。・新技術の採用に係る追加コストに関する問題。					
その他	<ul style="list-style-type: none">・粳すり精米機については、PRORIL1 時に比べ、処理能力 0.6t-0.9t/時（NZJ15/15）または 1.0t-1.2t/時（NZJ20/15）の中国製が広く普及しており、揺動板・粳すりロール隙間厚の調整、定期的な清掃等、維持管理がしっかりと行われている機械は、想定以上の品質の精米が可能となっている。					


青字：PRORIL2 にて、機材のリース・設置・運用サポート、および実証・関連データ収集・検証、関連する研修の実施が開始されている収穫・収穫後処理機械、技術。

乾燥の現状と課題



乾燥の現状と課題

MINISTRE D'ETAT, MINISTRE DE
L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT
RURAL



PROJET DE PROMOTION DU RIZ LOCAL

N° _____/MEMINADER/ PRORIL

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union – Discipline – Travail

Yamoussoukro,



LABO-RIZ

Laboratoire d'analyses de la qualité du riz blanchi et du paddy

N°2024-01-BL-010.....

1. Bulletin d'analyses de riz blanchi

Nom de l'usiner: I

Date de l'analyse: 2 / Mars / 2024

Variété : JT11

Nom du groupement / Nom du Producteur: GRPA / KONE ISSOUF

Personne chargée de l'analyse: STANISLAS NDEPO et HIROYUKI KURONUMA

No.	Paramètres << principal >>	Résultat*
1	Taux d'humidité (%)	13.80
2	Taux de grains entiers (%)	69.00
3	Taux de brisure (%)	30.70
4	Degré de blancheur des grains (%)	40.87
5	Taux de grains colorés (%)	1.55
6	Taux de grains crayeux (%)	1.37
7	Taux de paddy (%)	0.15
8	Taux de balles de riz (%)	0.00
9	Taux de cailloux (%)	0.00
10	Taux de matières étrangères (%)	0.00
11	Turbidité (ppm)	45.33
12	Dimensions du riz blanchi (mm)	-

Observations


- Taux d'humidité est élevée. L'objectif est de rester en dessous de 12%.
- Taux de grains entiers est très bon. L'objectif est d'atteindre au moins 55 %.
- Le degré de blancheur standard est d'environ 40 %.
- Taux de grains colorés est très bon. L'objectif est de rester en dessous de 2.5%.
- Taux de grains crayeux est très bon. L'objectif est de rester en dessous de 10%.
- Taux de paddy et Taux de balles de riz doit être de 0.00 %.

*Moyenne des résultats de 3 échantillons analysés (200 g / 1 échantillon).

1

分析結果速報（精米）

MINISTRE D'ETAT, MINISTRE DE
L'AGRICULTURE ET DU DEVELOPPEMENT
RURAL




PROJET DE PROMOTION DU RIZ LOCAL

N° _____/MEMINADER/ PRORIL

REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE
Union – Discipline – Travail

Yamoussoukro,



LABO-RIZ

Laboratoire d'analyses de la qualité du riz blanchi et du paddy

N°2024-01-PD-010.....

2. Bulletin d'analyses de paddy

Nom de l'usiner:

Date de l'analyse: 2 / Mars / 2024

Variété : JT11

Nom du groupement / Nom du Producteur: GRPA / KONE ISSOUF

Personne chargée de l'analyse: STANISLAS NDEPO et HIROYUKI KURONUMA

No.	Paramètres << principal >>	Résultat*
1	Taux d'humidité (%)	14.00
2	Taux d'impureté (%)	1.27
3	Rendement usinage (%)**	63.23
4	Taux de grains entiers (%)**	64.79
5	Taux de brisure (%)**	34.27
6	Degré de blancheur des grains (%)**	41.53
7	Taux de grains colorés (%)**	2.36
8	Taux de grains crayeux (%)**	1.10
9	Durété du grains cargo (riz complet) (N)**	94.86

Observations

- Taux d'humidité est acceptable. Ce chiffre doit être situé entre 12 et 14%.
- Taux d'impureté est très bon. L'objectif est de rester en dessous de 3%.
- Rendement usinage est légèrement plus faible. L'objectif est d'atteindre au moins 65%.
- Taux de grains entiers est bon. L'objectif est d'atteindre au moins 55 %.
- Taux de grains colorés est bon. L'objectif est de rester en dessous de 2.5%.
- Taux de grains crayeux est très bon. L'objectif est de rester en dessous de 10%.

*Moyenne des résultats de 3 échantillons analysés (200 g / 1 échantillon).

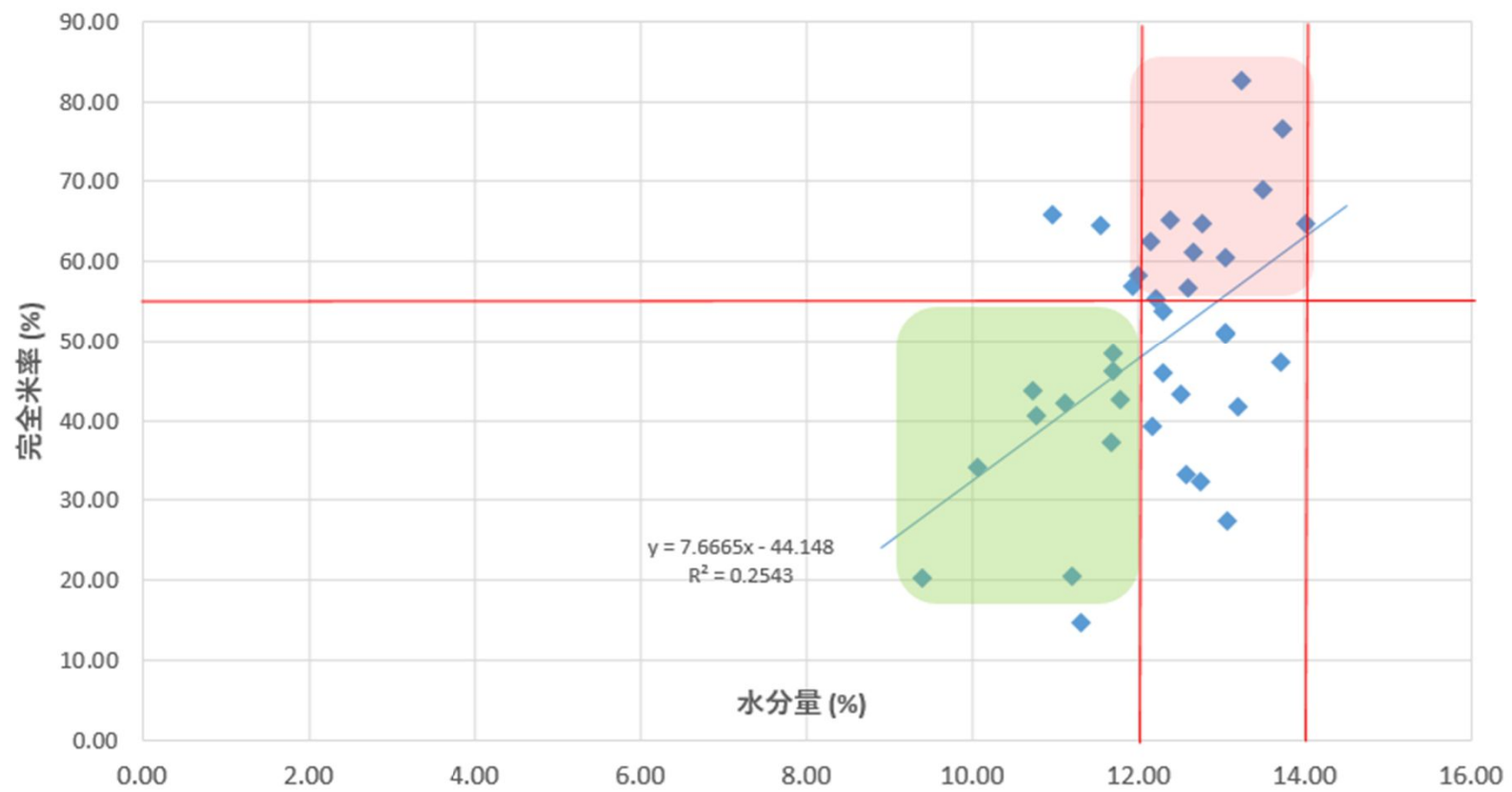
**Le paddy est décortiqué par un moulin test et le riz décortiqué est séparé en riz entier, brisure, grains colorés et grains crayeux.

分析結果速報（粳）



乾燥の現状と課題

乾燥粳の水分量と完全米率の関係



IRRI 式平型乾燥機の概要



IRRI 式平型乾燥機の概要



PRORIL (Yamoussoukro)
デモンストレーション用として活用



GREEN CONTROL (Yamoussoukro)
標準的な建屋と平型穀乾燥機（遠景）



LOCAGRI (Agboville)
乾燥室カバーをかけ風向を変更（穀層の上から下へ）して運転している状態



RRB (Tiassalé)
穀殻を燃焼させ、送風（穀層の下から上へ）している状態

IRRI式平型乾燥機の概要

寸法	7.6m x 4.0m x 2.1m
設置に必要な床面積 / 天井高さ	11.0 m x 7.0 m / 3.0 m - 4.5m
粳処理能力（最大）	<u>4.0 t – 4.5 t / 回</u> （ <u>約16時間（1日当たり9:00 – 17:00稼働、2日間）</u> ）
送風能力	4.5 m ³ / s
モーター	4 極 / <u>7.5 kw</u> / 1440 RPM / EFF : 87.1%
燃料	<u>粳殻</u> （1 トンの粳の乾燥に約 50kg の粳を使用）
電源	三相
主要装備	温度計 2 基、コントロールボックス、 <u>風向切り替え装置</u> 、乾燥室カバー（風向の変更時に使用）
生産国	ベトナム
その他情報	開発には IRRI が関わっており、生産はベトナムの MÁY SẤY NÔNG LÂM 社が行っている。

*処理能力 1t / 回 の仕様もある。

facebookあり：

<https://web.facebook.com/maysaynonglamNLU/>

IRRI式平型乾燥機の概要

IRRIによる研修



I2Tの技術者による設置フォロー



対象精米所向けの3台の乾燥機の設置工事は、IRRIによる研修にも参加した商工省傘下の公的機関であるコートジボワール熱帯技術公社「I2T」(Société Ivoirienne de Technologie Tropicale)の技術者のフォローを得て実施された。

IRRI式平型乾燥機の概要

乾燥機4台の調達にかかるコスト（PRORILの事例）

36,000 USD（ベトナム製造、本体価格、9,000 USD / 1台 x 4台）

18,000 USD（輸送費）

34,000 USD（IRRIの技術パッケージ（渡航費を含む））

16,000 USD（Overhead）

104,000 USD 総額 *104,000 USD x 116JPY / USD = 12,064,000 JPY

2022年2月当時のレート

IRRI式平型乾燥機の概要

標準的な現地での設置工事

- 1日目 事前に倉庫から設置場所に機材の部品等を輸送。
技プロC/Pが輸送業者等を手配・指示
- 2日目 動線を考慮しての設置位置の決定、乾燥機躯体組立、
I2T技術者（2名）と精米所代表で協議後、作業開始。現場作業員5名前後（精米所スタッフを含む）
- 3日目 モーター心出し（送風機との間隔調整※意外と時間がかかります。）、乾燥機躯体の固定
（モルタル）、電気配線工事、燃焼炉組立 ※同時並行で実施
I2T技術者（2名）と現場作業員5名前後（精米所スタッフを含む）
- 4日目 同上。午後（夕方になると思われる）に一度試験稼働（籾殻燃焼ユニットを使用してPM5時ごろまで稼働させる）。異音、空気漏れ等基本的な事項の確認・調整。送風方向切り替えの練習。
I2T技術者（2名）と現場作業員5名前後（精米所スタッフを含む）
- 5日目（午前中のみ）試験稼働・微調整（とくに、コントロールボックスを含む電気系統の状況確認。）
I2T技術者（2名）と精米所代表、精米所スタッフ

乾燥機を設置した精米所について

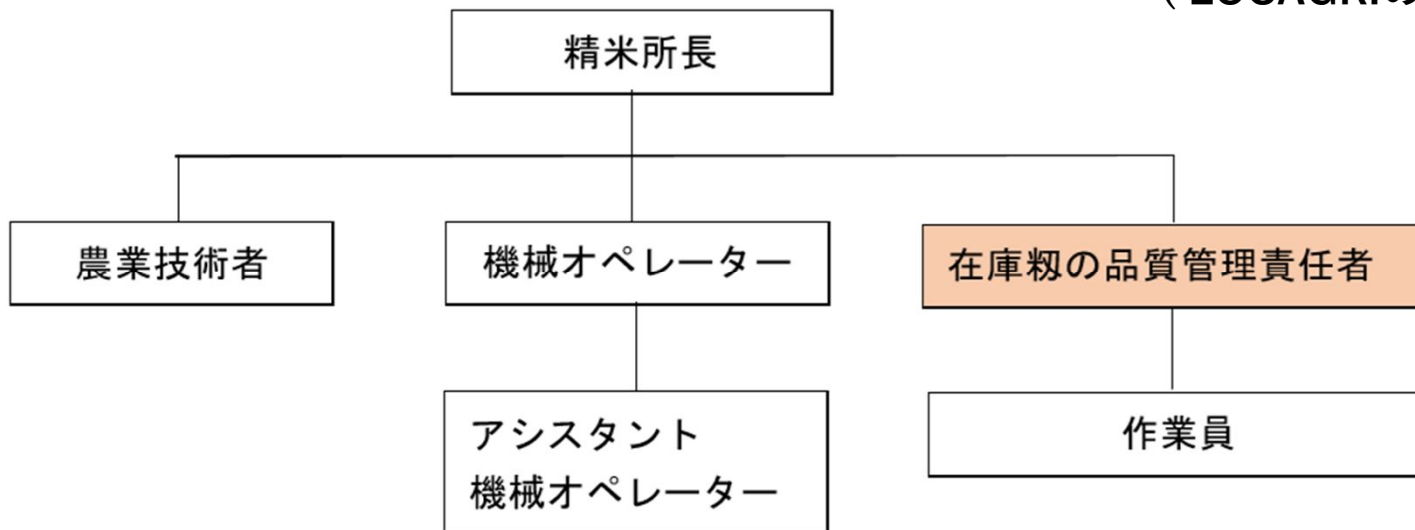
設置対象精米所の選定クライテリア

- a. 3～4トンの粳を一度に入荷できる。
 - b. 入荷した粳（生粳）を、収穫してから24時間以内に乾燥機に投入出来る。
 - c. 乾燥した粳殻を常時貯留している。 * 1トンの生粳の乾燥に、50kgの乾燥した粳殻が必要。
 - d. 7m x 11m の平らな土地があり、コンクリートのたたきを設置できる。
 - e. PRORILが示す標準図に基づき、乾燥機を格納する建屋を自費で、指定された期限内に建設できる。
-
- * クライテリア e. を満たすには、一定の経営規模を有し、且つ、ある程度経営が安定している精米所を選定せざるを得ない。
 - * 1 t / 回 の仕様の乾燥機であれば、敷居がもう少し下がったと思う。

乾燥機を設置した精米所について

精米所の組織図

(LOCAGRIの例)



精米所名	年間の乾粳入荷量（ピークは年2回）	粳の仕入れ、精米の販売（概要）
GREEN CONTROL	2,800 t / 年（計画、今年）	精米所周辺以外のコメ農家からも粳を買い付け、周辺地域およびアビジャンで販売
LOCAGRI	500 t / 年（計画、今年）	精米所周辺のコメ農家から粳を買い付け、周辺地域およびアビジャンで販売
RRB	500 t – 800 t / 年（計画、今年）	

乾燥機を設置した精米所について



中国製粳すり精米機 NZJ-15/20-IIIとセパレーター
Green Control 社



精米所での粳乾操作業
RRB 社



中国製粳すり精米機 NZJ-15/20-III とセパレーター
LOCAGRI 社

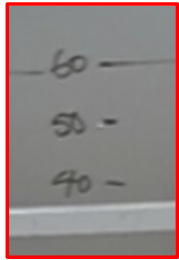


中国製色彩選別機
Green Control 社

乾燥機を設置した精米所について

Nom de l'usine.		Équipements (Décortiqueuse-polisseuse)						
		Type de Décortiqueuse- polisseuse	Année d'introduct ion	Années depuis l'introduction	Taux de rendement (liz blanc / paddy)	Performance		
						Capacité de traitement		
						Vitesse d'usinage		(b)/(a) x 100
						(a) plaque signalétique (Manuel)	(b) Mesuré séparément par PRORIL	
1	A社	NZJ 15/20 - II ou III ?	2012	11	61.2 %	1100 – 1400 kg/h	426 kg/h	33 - 39 %
2	B社	NZJ 15/20 – III	2019	4	67.0 %		400 kg/h	29 - 36 %
3	C社	NZJ 15/20 – III	2022	1	66.0 %		679 kg/h	49 - 62 %
4	D社	6LN-15/15C (HB 15/15)	2020	3	63.5 %	600 - 750 (1,300) kg/h	406 kg/h	54 - 68 % (31%)
5	E社	6LN-15/15C (SB 15/15)	2021	2	66.7 %		407 kg/h	54 - 68 %
6	F社	NZJ 15/20 RL-C	2009	14	62.0 %	1100 – 1400 kg/h	324 kg/h	23 - 29 %
7	G社	NZJ 15/20 – III	2019	4	68.0 %		385 kg/h	28 - 35 %
8	H社				64.7 %		367 kg/h	26 - 33 %
9	I社	NZJ 15/20 – II ou III ?			64.5 %		345 kg/h	25 - 31 %
10	J社	NZJ 15/20-II ou III ?	2000	23	-		élimination	-
		NZJ 15/20 – III	2023	0	61.1 %		672 kg/h	48 - 61 %
11	K社	NZJ 15/20 RL-C	2009	14	40.0 %		388 kg/h	28 - 35 %
12	L社	NZJ 15/20 - III	2019	4	57.8 %		335 kg/h	24 - 30 %
13	M社	NZJ 15/20 - III	2018 (2021)	5 (2)	63.9 %		350 kg/h	25 - 32%
14	N社	NZJ 15/20 RL-C	2009 (2023)	14 (1)	58.1 %		373 kg/h	27 - 34 %

乾燥機の操作方法



乾燥機の操作方法



乾燥機の操作方法



上層・下層の
温風の温度は40
度以下になるよ
うに管理。



乾燥機の操作方法



乾燥機の操作方法



乾燥機の操作方法



乾燥機のオペレーションデータの収集・分析

Fiches d'exploitation des séchoirs (ver.1)

1. Séchoir et Localisation

Nom du séchoir	PRO-IR-3	Nom de l'usine	LOCAGRI
Localisation de l'installation	AGBIVILLE		
Opérateurs de séchoirs	DUEBRADO ADAMA		
Enregistreur	DUEBRADO ADAMA		
Nom du test	1	Temps de séchage total (J1+J2+J3)	10 : 50

2. Récolte et Battage

Producteurs de paddy (Groupe, Périmètre etc.) KONE LOSSENY GRPA

Date de la récolte

Météo du jour de la récolte ensoleillé / nuageux / pluvieux

Méthode de récolte moissonner manuellement / machine à moissonner / moissonneuse-batteuse

Méthodes de battage batteuse / moissonneuse-batteuse /

3. Opération de séchoir

3.1 Jour 1

Date de mise en service du séchoir (1) 01/08/2024

Météo du jour de l'opération de séchoir ensoleillé / nuageux / pluvieux

Température ambiante et Humidité ambiante 27 °C 82 %

Variétés de riz JT 11 / WITA 9 / C10 / C12

Quantité de paddy Sacs (kg)

Profondeur de paddy cm

No	Temps de séchage			Valeur					Direction du vent T/I	Utilisation de brûleurs (Oui/Non)
	heure de début	Heure de fin	total d'heures	Couche supérieure (%)	Couche moyenne (%)	Couche inférieure (%)	Température du vent (°C) Au-dessus / Au-dessous			
0	Taux d'Humidité initial									
1	15:20	16:16	0:56	25	24	21,5	26	28	↑	Non
2	08:00	09:57	1:57	24	24	18			↑	Non
3	11:16	:	:	:	:	:	:	:	:	:
4	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
7	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
8	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Temps total / Résultat final 4:51										
Suspension temporaire du séchoir										
S1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S3	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

3.2 Jour 2 - Poursuite du travail de séchage d'hier -

Date de mise en service du séchoir (2) 01/08/2024

Météo du jour de l'opération de séchoir ensoleillé / nuageux / pluvieux,

Température ambiante et Humidité ambiante 25 °C 76 %

No	Temps de séchage			Valeur					Direction du vent T/I	Utilisation de brûleurs (Oui/Non)
	heure de début	Heure de fin	total d'heures	Couche supérieure (%)	Couche moyenne (%)	Couche inférieure (%)	Température du vent (°C) Au-dessus / Au-dessous			
0	Taux d'Humidité initial									
1	08:00	10:00	2:00	24	24	18	25	28	↑	Non
2	11:16	13:30	2:14	16,9	17,5	14,3	25	28	↑	Non
3	14:00	16:15	2:15	15,6	16,2	14,2	25	28	↓	Non
4	16:30	18:00	1:30	13	12,4	12	25	28	↓	Non
5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
7	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
8	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Temps total / Résultat final 5:59										
Suspension temporaire du séchoir										
S1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S3	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

3.3 Jour 3 - Poursuite du travail de séchage d'hier -

Date de mise en service du séchoir (3)

Météo du jour de l'opération de séchoir ensoleillé / nuageux / pluvieux,

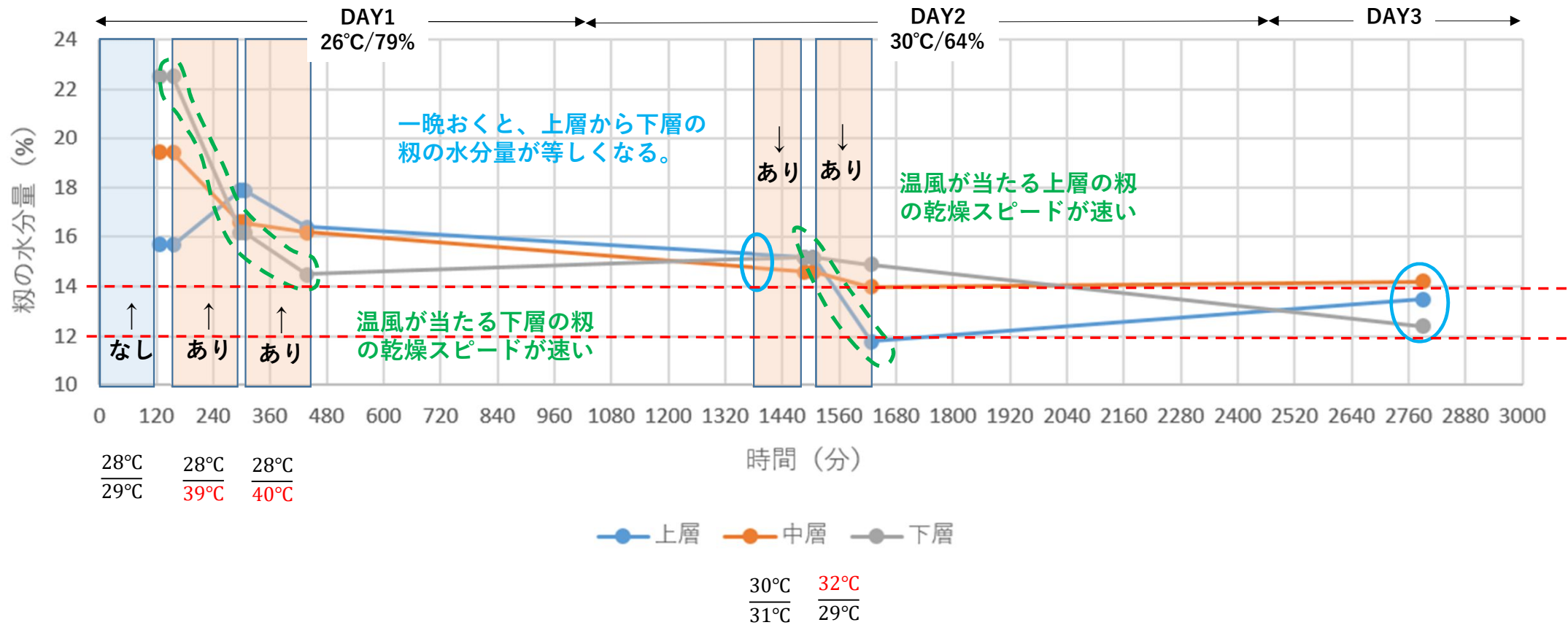
Température ambiante et Humidité ambiante °C %

No	Temps de séchage			Valeur					Direction du vent T/I	Utilisation de brûleurs (Oui/Non)
	heure de début	Heure de fin	total d'heures	Couche supérieure (%)	Couche moyenne (%)	Couche inférieure (%)	Température du vent (°C) Au-dessus / Au-dessous			
0	Taux d'Humidité initial									
1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
3	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
4	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
7	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
8	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Temps total / Résultat final										
Suspension temporaire du séchoir										
S1	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
S3	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:



乾燥機のオペレーションデータの収集・分析

上層・中層・下層の粳の水分量変化



メリット / デメリット

メリット

- 1) 機械は非常にシンプルな構造で、誰でも使用できる。
- 2) もみ殻を燃料として使用できる。熱源にかかる燃料費がほとんどかからない。
- 3) 従来の平型籾乾燥機と異なり、風向きを変えることができる。その結果、籾を厚く（50cm程度）敷き詰めることができ、かつ天地替えは基本的に不要。
- 4) 従来の平型乾燥機に比べ、設置スペースを節約できる。
- 5) 縦型循環式に比べ、部品点数が少なく、メンテナンスが容易。
- 6) 本体にプラスチックやゴム部品を使用していないので、定期交換が必要な消耗品の購入コストを低く抑えることができる。
- 7) 建屋が必要であるが、縦型循環式ほど高さは必要ない。
- 8) 現地生産化の可能性がある。

デメリット

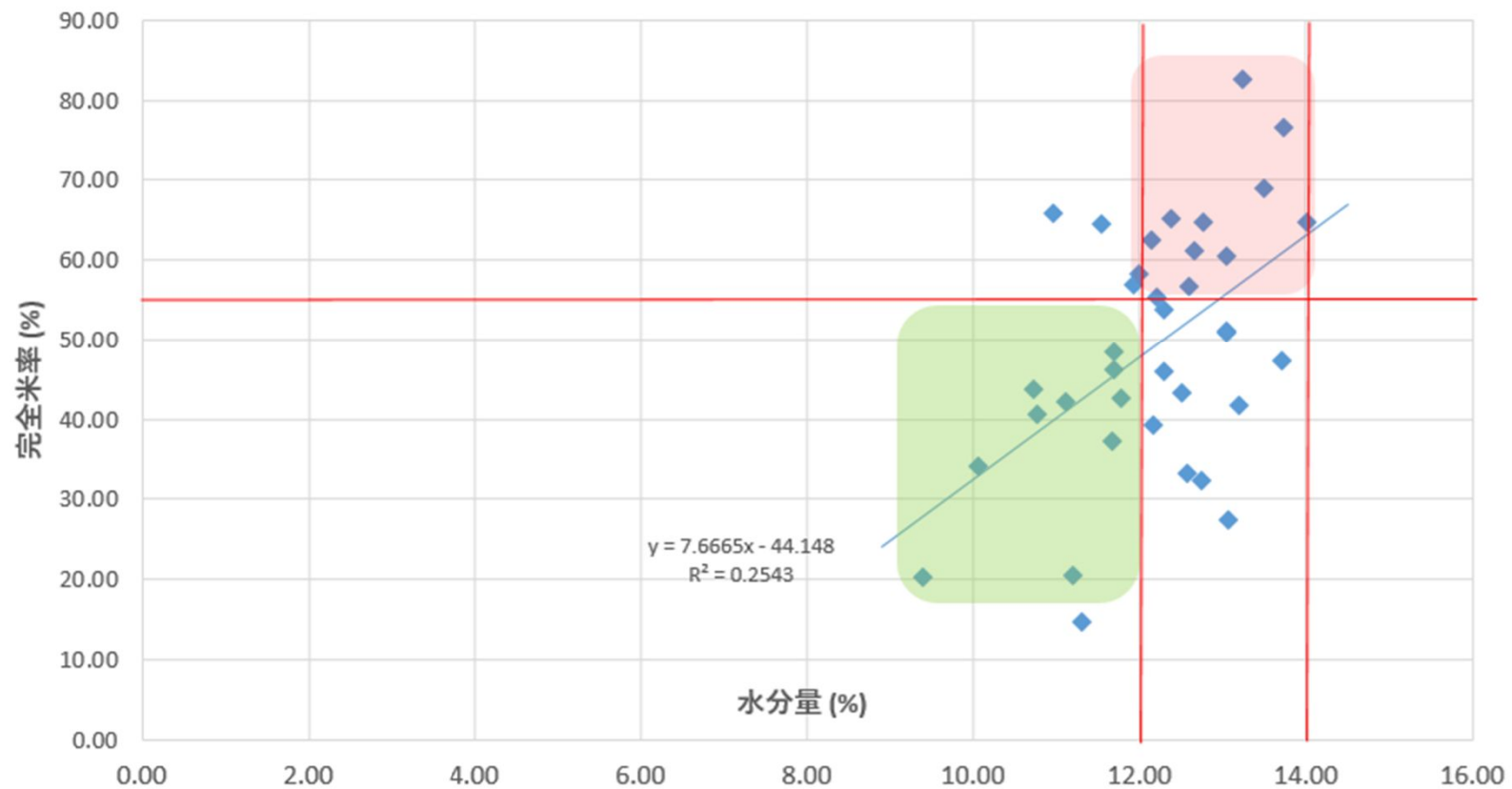
- 1) ファンモーターの電力は7.5kwであり、同じ処理量（40石≒4t）の縦型乾燥機の約3.0kwに比べて高出力。
- 2) 籾殻燃焼炉を使用する場合、窯に入れる籾殻の量の調整と火加減の監視が必要である。
- 3) 籾殻の燃焼で発生するタールにより、スノコの目詰まりが起こるので、定期的にスノコを水洗いする必要がある。
- 4) 籾の張り込みは重労働。*機械の力を借りれば軽減できる。
- 5) 従来の平型乾燥機は使わないときは折りたたんで収納できたが、IRRI式（4t）は屋根のある専用の建物を用意する必要がある。

IRRI式平型乾燥機の導入によって期待される効果

- ・ 気温が低く（25度～30度）、湿度の高い（80%前後）雨季に収穫された粳を効率よく乾燥させる（4t/2日）ことに効果的。
- ・ 天候に左右されずに、収穫～粳の入荷～乾燥～粳すり・精米作業をスケジューリングできる。（粳すり精米機の稼働率も向上すると予想）
- ・ 粳の水分量を確認しながら、粳の乾燥作業ができるため、精米の品質が安定する（とくに完全米率の改善）。
- ・ 他業種からの精米ビジネスへの参入障壁の除去
(ex) Green Control社

IRRI式平型乾燥機の導入によって期待される効果

乾燥粳の水分量と完全米率の関係



IRRI式平型乾燥機の今後の展望

- ・ 現地の自然条件、燃料代、電気代、人件費を踏まえた最適なオペレーション方法の確立（雨季、乾季）
- ・ 精米所の事業規模と仕様の関係の検討・整理
 - * 1 t / 回 タイプの検討など
- ・ 縦型循環式への移行のタイミング（事業規模）の検討・整理
 - * 併用はありえる？
Green Control 社は台湾製の縦型循環式を導入し併用を開始している。
- ・ 生粳の取り扱いに関する認識、集荷～乾燥機への粳の張り込みオペレーションの改善
 - * 収穫後、最低でも24時間以内に機械乾燥を開始。できなければ、圃場等でこれまで通り天日乾燥を行う。
- ・ 現地生産の可能性の検討