

試験研究（圃場試験）編

稲作の試験研究は農家の稲作栽培に役立つ技術（品種の選定、栽培基準の策定等）開発を目的とするものです。

- ・圃場試験は真っ直ぐ綺麗に植えましょう。
- ・処理内の生育を均一にすることを目指しましょう。
- ・サンプリングは極力研究者自身で行いましょう。
- ・試験で反復数を増やすより変動係数(CV)を小さくすることを心がけましょう。



生育調査の方法

草丈：地面から葉（穂）を立てた最高部までを測ります、小数点以下はいりません。竹尺 1.5 m（自作の）を作ると便利です。水稻では田植え後 30～40 日目と収穫時、陸稲では播種後 40～50 日目と収穫時に測ります。

分けつ数：草丈と同時に測ります。

測定したデータを記録する時は別添 1 の様なデータシートを作って記録してシートを順番に並べ替えると Excel に入力するときに便利です。また測定したデータは直ちに Excel に入力して測定ミスや異常値があったら圃場に確認に行ってください。

出穂日：出穂日は穂が 50% 出た日です。

正確に知るときは右の表のように

10～20 株の出穂した穂数を毎日記録

して 50% になった日を出穂日とします。

10 株でも OK です。

Example of heading date determination

June 20, 2016

Hill	June 4	June 5	June 6	June 7	June 8	June 9	June 10	June 11	June 12	June 13	June 14	June 15	June 16
1	0	0	0	0	2	4	5	7	8	8	9	9	9
2	0	1	3	5	6	7	8	10	12	12	13	13	13
3	0	0	1	3	5	7	8	9	10	11	11	11	11
4	1	2	3	5	7	8	8	11	12	12	12	12	12
5	0	0	1	2	2	4	5	6	7	8	9	9	9
6	0	0	0	2	4	6	6	8	10	12	12	12	12
7	0	1	2	4	5	7	7	9	11	12	12	13	13
8	0	0	0	2	3	5	7	10	12	12	13	13	13
9	0	1	2	1	3	4	6	8	9	11	12	12	12
10	1	1	1	3	4	6	7	8	11	12	13	13	13
11	0	0	1	2	2	4	5	6	7	8	8	8	8
12	0	0	0	2	5	7	9	12	12	12	12	13	13
13	0	0	1	3	4	6	7	8	10	12	13	14	14
14	0	1	3	5	6	8	8	9	11	12	14	14	14
15	1	2	3	4	5	6	8	11	12	13	13	13	13
16	0	0	1	2	4	5	7	9	12	13	13	14	14
17	0	1	2	3	5	6	8	9	11	12	13	13	13
18	0	0	1	3	4	5	6	8	9	11	12	12	12
19	0	0	0	2	3	5	7	8	8	9	9	9	9
20	1	2	3	4	6	8	8	9	11	12	13	13	13
Total	4	12	28	57	85	118	141	177	206	225	236	240	240
% heading	1.7%	5.0%	11.7%	23.8%	35.4%	49.2%	58.8%	73.8%	85.8%	93.8%	98.3%	100.0%	100.0%

10 % heading date : June 6
50 % heading date : June 9
90 % heading date : June 13

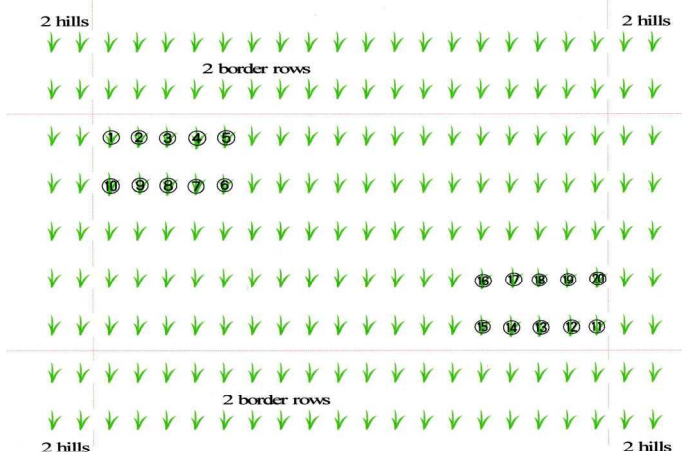
* If manpower is not enough for 20 hills observation, 10 hills observation is permissible.

生育日数

水稻は催芽籾を苗代に播種するので播種した日から収穫可能な日までを数えます。陸稲は播種してから出芽までの日数が土の水分と播種深度により異なるので出芽した日から収穫までを数えます。

サンプリング方法

試験区の両端 2 列のボーダーを除き
 3 列目の畝の 3 株目を①として連続して 5 株測り後ろの株⑥から戻りながら⑩まで測かります。対角線の反対側も 3 列目の畝の 3 株目を⑪として同様に⑳まで測ります。
 このように 20 株をサンプリングすることになると区間内を歩き回る必要がありません。



圃場試験の準備

種子量を計算

例 点播の時

区画サイズ ; 2.1 m x 7 m

栽植密度 : 30 x 12.5 cm 7 粒 / 株

7 畝 x 56 株 = 392 株 x 7 粒 / 株 =
 2744 粒 (1000 粒重 = 27.5 g NERICA 4)
 2744 / 1000 x 27.5 = 75.5 g

NERICA VARIETAL TRIAL

Treatments (Varieties)
 V-1: NERICA 1 V-5: NERICA 5
 V-2: NERICA 2 V-6: NERICA 6
 V-3: NERICA 3 V-7: NERICA 7
 V-4: NERICA 4 V-8: Name of local check

Experimental design: RCB with 3 replications
 Plot size: 2.1 m x 5 m
 Sowing date: Dec. 15, 2019
 Planting : 30 x 12.5 cm (26.7 hills / m²) 7 seeds / hill

Trial sign board

試験のサインボードを作る。右図の様に

反復をどう取るか、

反復内では条件が一緒になるようにする。

例えば陸稲の試験では圃場の上部と下部では降雨による土の水分が下部が多くなるので上部と下部に反復を割り付けるようにします。

処理区の割り付け

処理区の割り付けは無作為（ランダム）にするので Excel 乱数を出して割り当てる。

やり方 Random number --- =RAND()*100

T-1	13.81		T-1	13.81	小
T-2	79.03		T-4	37.25	
T-3	53.5	Sort →	T-5	41.6	
T-4	37.25		T-3	53.5	
T-5	41.6		T-6	61.28	
T-6	61.28		T-2	79.03	大



T-1	T-3
T-4	T-6
T-5	T-2

播種と田植え

水稻の場合は田植えをするので苗作りをします。品種試験では苗床で品種が混じらないように注意してください。欠株は直ちに補植して下さい。

陸稲の場合は降雨や播種深度また発芽率により出芽が揃わないことがあります。

そこで催芽した粃を播種することで出芽が揃います。

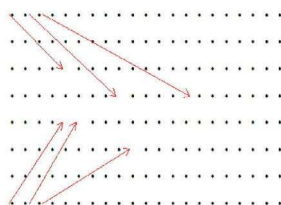
催芽しすぎると芽と根が傷つきます。
 欠株があったら2週間以内に移植します。
 欠株の追い播きは生育の不揃いを招きます。
 補植する苗はあらかじめ播種後に苗代を作り
 補植苗を準備しておくが良い。
 補植苗が無いときは処理区のボーダー畝から抜いて
 欠株のところに移植します



催芽し過ぎ








適切な催芽粒



イネの収量

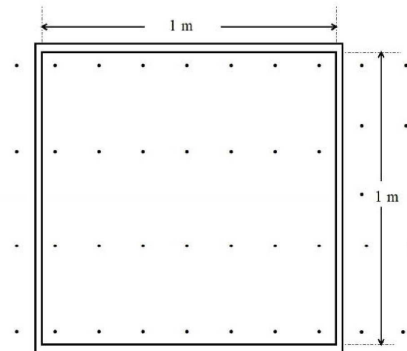
イネの収量は下のよう計算されます。

1粒の重量	1穂粒数	1株穂数	1 m ² の株数	1 haの収量
24g / 1,000粒	80粒 / 穂	13穂 / 株	22.2株 / m ²	10000 m ²
	X		X	
		X		X
		X		
<u>24g</u>	X	<u>80粒</u>	X	<u>10000 m²</u>
1000粒		穂	m ²	1000g
		X	X	=
		<u>13穂</u>	X	<u>5541kg / ha</u>
		株		

収量のサンプリングの注意点

1 mの木枠を使うのは大きな間違いになります。
 畝間が30cmの時1mに4畝入ります、これは1.2m
 測ったことになります。株間も15cmだと7株入り
 1.05mになります。1.2m x 1.05m = 1.26 m²になります。
 収量が1.26倍になってしまいます。ではどうすれば
 いいか3畝 x 6株 18株刈り取りその収量を0.81で割る
 ことで1 m²の収量が求められます。
 畝間30cmの条播の時は3畝(0.9m) x 1mを刈り取り
 その値を0.9で割ることで1 m²の収量を求めます。

30 cm x 15 cm の点播 1 m x 1mの木枠で収量調査すると

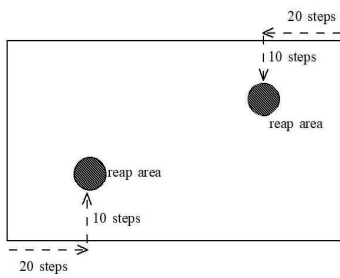


木枠の中に4列 x 7株 = 28株入ります。 30 cm x 15 cm の1m²の株数は
 1m² ÷ 0.3 m ÷ 0.15 m = 22.22株 28株 ÷ 22.2株 = 1.26 倍になります。
 3トンの収量が3.78トンになります。

坪刈り収量調査 (Crop Cut Yield Survey)

坪刈りがなぜ必要なのか、農家の収量を知るためには農家から収穫量と栽培面積を聞きヘクターあたり収量に計算すればよいが、多くの場合収穫量は正しいが、栽培面積を正確に知っている農家は少なく正しい収量が得られません。そこで正確な収量を得るためには圃場の一部を刈り取りその収量をヘクターあたり収量に換算することで農家の収量を正しく知ることができます。

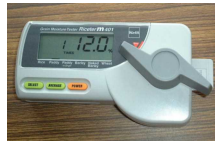
坪刈り部分の決定



2 ~ 3 m² 刈り取ります



刈り取ったイネを袋に入れます



籾の水分を測定します
(3 サンプル)



稔実籾の重さを測ります



脱穀して稔実籾と
籾を分けます

計算例：2 m²の籾重が 940g で水分が 18%だと
 $940 / 2 = 470$ $470 \times (100-18) / (100-14) = 448.1$
 $448.1 \times 10 = 4481$ 4481kg / ha となります。

簡易的に収量を知るときには脱穀しないで穂の重さを秤り穂軸の水分 20%で計算します。

例えば；栽植密度 22.2 株/m²の時 5 株の穂を切り取った重量が 110g だったら $110 \times 0.95 \times (100-20) / (100-14) = 97.2$ $97.2 \times 22.2 / 5 = 431.6$ 4316 kg / ha となります。



100 %



1.1g

20.7g

5% 95%

* 穂の重さの 95%が籾の重さです。

収量構成要素 (Yield components)

圃場での作業

- ・ 草丈の測定 (10 ~ 20 株)
- ・ 10 ~ 20 株刈り取り 作業場や実験室に持ち帰ります。

室内での作業

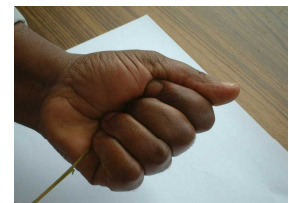
穂長を測定(20 穂)



穂の長さを測ります。



脱粒性の調査 (品種試験で脱粒性を知る)



穂全部を手のひらに入れて強く握り開いて脱粒した籾数と残った籾数を数えます



穂数を数えます



脱穀します



脱穀した籾を水に入れ
籾実籾と空籾を分けます



籾実籾の水分を測定します
(3 サンプル)



籾実籾と空籾の重さを測ります



籾実籾と空籾を乾かします



籾実籾 5 g を測ります
(3 サンプル)



5 g の籾実籾の粒数を数える

同様に
空籾 1 g を測ります
(3 サンプル)
1g の空籾の粒数を数え

収量構成要素を計算します

収量及び収量構成要素の計算方法

収量 (Yield)

収量及び収量構成要素のデータシート別添 2 に記入する

坪刈りした籾実籾の重さを測ります: 830 g / 2 m²

籾の水分を測ります: ① 16.4% ② 16.0% ③ 16.6% ④ 16.2% 平均:16.3%

1 m²に換算します 830 g / 2 m² = 415 g / m²

14%の水分含量に換算します 415 x (100 - 16.3) / (100 - 14) = 403.9

1 m²の収量は 403.9 g : これを 10 倍すると kg / ha の収量となります (10000 m² / 1000 g)

収量: 4039 kg / ha at 14% M.C. のように表記します。

* イネの収量はイネ業界では籾の重さで水分含量 14%で表記します。日本は例外で玄米の重さで表記しています。

収量構成要素 (Yield components)

栽植密度： $30 \times 12.5 \text{ cm}$ ($1 / 0.3 / 0.125 = 26.7 \text{ 株} / \text{m}^2$)

刈り取った株数： 20 株

穂数： $182 / 20 \text{ hills}$ $182 / 20 = 9.1$ 9.1 穂 / 株 $9.1 \times 26.7 = 243$ 243 穂 / m^2

稔実籾重： 336 g 空籾重： 39 g

稔実籾水分： ① 15.2 % ② 14.8 % ③ 15.0 % ④ 15.3 % 平均 15.1 %

5 g 稔実籾数： ① 174 ② 175 ③ 177 平均 175.3

1 g 空籾数： ① 108 ② 110 ③ 106 平均 108

1 穂稔実籾数： $336 \text{ g} / 5 \text{ g} \times 175.3 \text{ 稔実籾} / 182 \text{ 穂} = 64.7 \text{ 稔実籾} / \text{穂}$

1 穂空籾数： $39 \text{ g} / 1 \text{ g} \times 108 \text{ 空籾} / 182 \text{ 穂} = 23.1 \text{ 空籾} / \text{穂}$

1 穂籾数： $64.7 \text{ 稔実籾} + 23.1 \text{ 空籾} = 87.8 \text{ 籾} / \text{穂}$

稔実歩合： $64.7 / 87.8 = 0.737$ 73.7 %

1,000 粒重： $1,000 \text{ 籾} / 175.3 \text{ 籾} \times 5 \text{ g} \times (100 - 15.1) / (100 - 14) = 28.16 \text{ g}$

収量構成要素からの収量：

$28.16 \text{ g} / 1000 \text{ 籾} \times 64.7 \text{ 籾} / \text{穂} \times 243 \text{ 穂} / \text{m}^2 = 442.73 \text{ g} / \text{m}^2$

$442.73 \text{ g} / \text{m}^2 \times 10,000 \text{ m}^2 / \text{ha} = 4427300 \text{ g} / \text{ha} = 4427 \text{ kg} / \text{ha}$

収量構成要素 (陸稲で条播したとき)

条播： サンプルング $1 \text{ m} \times 2 \text{ 条}$ 30 cm 条播 = 0.6 m^2 , 25 cm 条播 = 0.5 m^2

30 cm 条播の例： $1 \text{ m} \times 2 \text{ 条}$ (0.6 m^2)を収穫

穂数： $134 \text{ 穂} / 2 \text{ m}$ (0.6 m^2) $134 / 0.6 = 223.3 \text{ 穂} / \text{m}^2$

籾から精米した値

籾重を 100 とすると籾殻が 23、玄米 77、糠 10、精米 67 となります。

籾の収量が 4000kg だと精米すると $4000 \times 0.67 = 2680 \text{ kg}$ となります

日本ではコメの収量は玄米で表すので 4000 kg だと $4000 \times 0.77 = 3080 \text{ kg}$ となります。

バケツ栽培

種子の増殖や品種の保存で
発芽率が悪くなったらバケツ
で栽培して更新します。

上手に施肥すれば 1 バケツ
から 100g 程度は収穫できます。

バケツの施肥量

基肥： 1 g NPK / pot

追肥 0.5 g NPK / pot x 2 ~ 3 回

基肥： NPK 14-14-14 $1 \text{ g} \div 0.14 = 7.1 \text{ g}$

追肥： NPK 14-14-14 $0.5 \text{ g} \div 0.14 = 3.6 \text{ g}$



肥料が多すぎると下の写真のようにダメージを受けます（肥料焼け）。



無肥料



1 g NPK



2 g NPK



3 g NPK

2gNPK のようになったらバケツに水を入れかき混ぜてから捨てることを 2 回繰り返して肥料分を薄めて下さい。

気象データ

新しい任地に着任したらその地域の気象データを入手して 5 日間雨量と最高・最低気温のグラフを作成します。データは過去 10 年～ 30 年の毎日の最高・最低気温と雨量が必要です。グラフ作成には過去の日データの平均値を移動平均を使って作成します。

移動平均

5 日間の雨量の移動平均の求め方は 1 年間の 5 日間雨量を求めそれを 5 x 5 日雨量の移動平均を求め棒グラフにします。

最低・最高気温も同様に計算し線グラフにします。

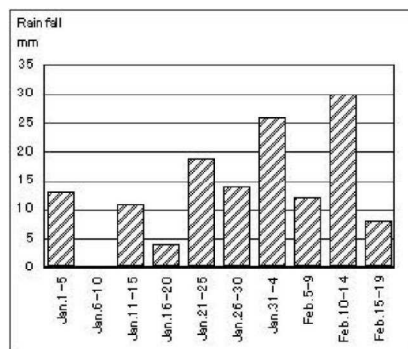
	rainfall mm	5 days rainfall
Jan. 1	4	
Jan. 2	0	
Jan. 3	0	
Jan. 4	6	
Jan. 5	3	13 mm
Jan. 6	0	
Jan. 7	0	
Jan. 8	0	
Jan. 9	0	
Jan.10	0	0 mm

	rainfall mm
Dec.22-26	0
Dec.27-31	2
Jan.1-5	13
Jan.6-10	0
Jan.11-15	11
Jan.16-20	4
Jan.21-25	19
Jan.26-30	14
Jan.31-4	26
Feb.5-9	12
Feb.10-14	30
Feb.15-19	8
Feb.20-24	24
Feb.25-1 *	36

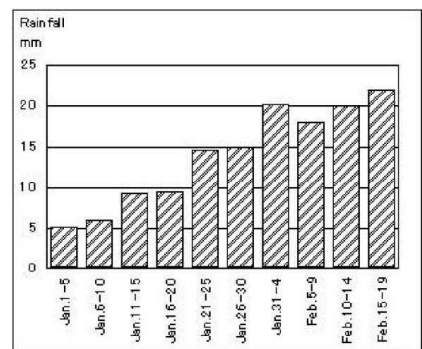
moving mean

$$\left. \begin{aligned} & (0+2+13+0+11)/5 = 5.2 \\ & (2+13+0+11+4)/5 = 6.0 \\ & (13+0+11+4+19)/5 = 9.4 \\ & (0+11+4+19+14)/5 = 9.6 \\ & (11+4+19+14+26)/5 = 14.8 \\ & (4+19+14+26+12)/5 = 15 \\ & (19+14+26+12+30)/5 = 20.2 \end{aligned} \right\}$$

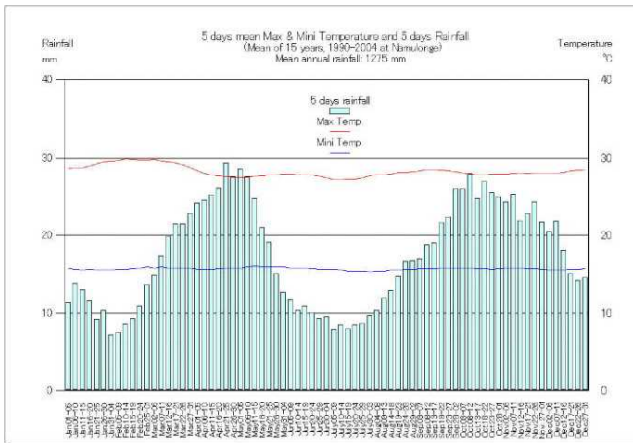
* leap year = 6 days rainfall



移動平均を使わない図



移動平均を使った図



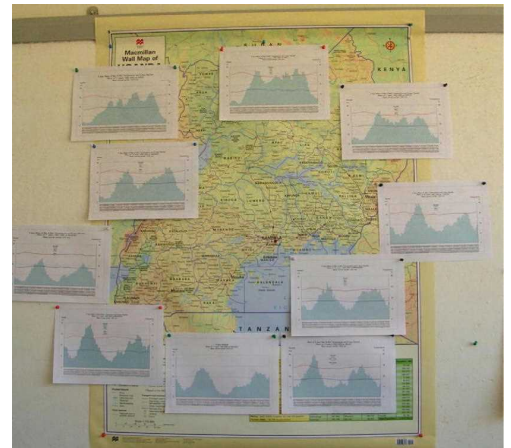
雨量は棒グラフ、最高最低気温は線グラフ

5 days rainfall at NAARI (1990 - 2004)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Mean
Jan 1-5	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	0.0	20.0	0.0	3.0	1.4	12.6	29.3	25.3	5.5
Jan 6-10	30.4	1.4	27.1	33.0	11.8	0.0	7.5	5.4	57.4	48.0	6.6	6.0	17.4	0.0	0.0	19.1
Jan 11-15	0.0	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	14.8	3.0	0.0	0.0	30.7	0.0	0.0	0.0	3.6
Jan 16-20	0.0	0.0	10.1	0.0	4.6	1.8	10.0	46.1	79.0	80.4	17.8	20.0	0.0	19.6	23.4	30.5
Jan 21-25	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	40.6	0.0	36.3	24.4	10.7
Jan 26-30	7.0	2.9	0.0	3.3	0.0	3.3	0.0	3.8	0.0	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2
Jan 31-4	0.0	0.0	39.5	29.3	0.0	0.0	46.6	0.0	2.8	0.0	1.0	3.6	0.0	0.0	0.0	7.4
Feb 5-9	0.0	17.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	0.0	28.0	0.0	1.6	3.8	19.3	1.2	0.0
Feb 10-14	6.5	7.0	0.0	0.5	14.8	0.0	3.8	0.0	7.0	18.6	0.0	0.0	24.1	0.0	0.0	6.1
Feb 15-19	33.0	4.8	0.0	14.1	0.0	15.9	30.5	0.0	0.0	0.0	0.0	19.9	4.2	0.0	11.1	12.1
Feb 20-24	2.0	33.3	2.0	0.0	34.4	0.0	8.0	7.2	8.2	1.0	10.8	0.0	0.0	0.0	6.3	7.7
Feb 25-1	10.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	6.2	0.0	20.0	14.5	7.4	17.3	6.0	20.4	11.1
Mar 2-6	7.0	4.7	0.0	7.6	9.2	7.3	39.9	1.6	10.0	44.6	29.2	27.1	33.3	0.0	40.7	17.4
Mar 7-11	20.7	20.0	0.0	24.5	4.5	34.8	2.7	26.7	3.0	86.7	7.9	29.5	8.5	7.4	0.0	20.0
Mar 12-16	6.7	18.5	0.0	18.8	54.9	7.0	0.0	10.3	42.5	19.0	21.0	11.0	4.5	25.6	18.5	18.5
Mar 17-21	14.1	0.0	45.9	38.2	47.0	1.0	10.8	0.0	30.0	7.6	18.9	6.9	45.3	18.9	7.4	19.5
Mar 22-26	21.0	37.3	44.3	34.9	31.4	32.5	33.0	36.8	38.0	9.3	3.0	17.0	18.0	0.6	0.0	30.0
Mar 27-31	42.3	10.0	4.2	11.0	1.1	11.0	18.9	55.8	0.0	36.6	8.0	14.8	26.0	59.0	79.1	38.0
Apr 1-5	29.4	20.0	17.8	3.0	8.0	18.8	0.8	72.4	7.0	10.0	1.0	20.0	11.2	4.6	15.3	20.0
Apr 6-10	14.6	7.1	22.4	18.1	12.0	0.0	17.0	48.7	72.3	9.3	30.7	36.8	3.2	0.0	14.9	14.6
Apr 11-15	8.0	53.6	30.0	8.2	2.0	17.7	30.1	50.0	45.0	10.7	24.4	17.0	30.8	0.0	13.3	7.0
Apr 16-20	34.7	16.4	16.4	30.9	30.2	35.2	30.5	35.3	3.0	12.0	24.0	43.0	34.4	17.2	11.2	25.0
Apr 21-25	0.0	35.0	0.0	34.9	9.5	64.6	35.1	26.0	90.0	19.6	30.4	26.4	48.6	5.6	16.1	36.0
Apr 26-30	0.0	87.8	0.0	21.7	50.1	8.4	0.0	24.0	0.0	51.5	12.6	26.8	16.8	60.0	0.0	36.0

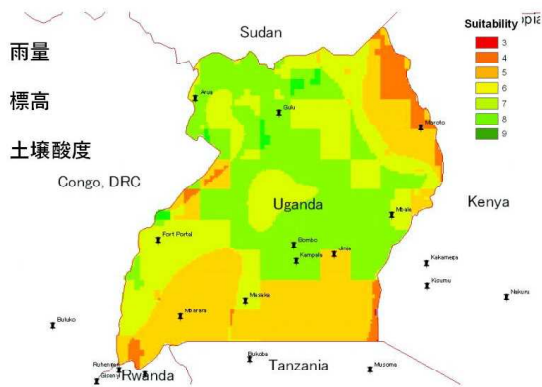
5日間雨量を色分けして降雨確率や晴天確率を求め、播種適期を見つける

ウガンダの各地域の気象データのグラフを作成して地図に貼りネリカの栽培適地と栽培時期を判断する参考にした。

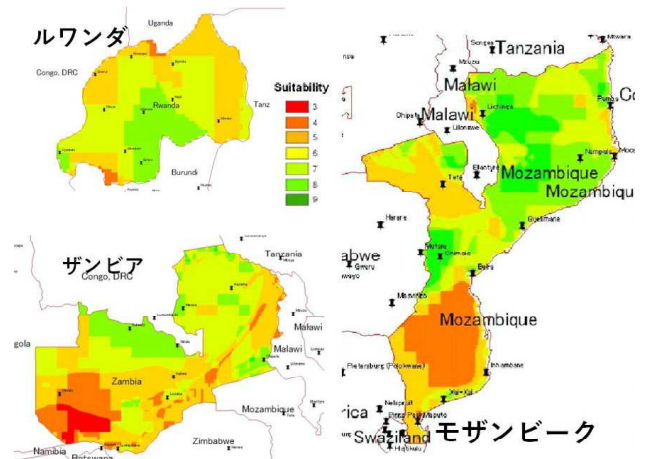


ネリカ適地図

ウガンダのネリカ適地図



東南部アフリカ 11カ国の適地図を作成してもらった（国際航業の好意で）。GISで雨量、標高、土壌酸度の情報から作成してもらいました。



別添 1 草丈と分けっ数のデータシート

Trial Name _____

Date _____

Name of Measurer _____

Name of Recorder _____

Plot No. R- _____

Plant Height (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Tiller Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20



草丈と分けっ数のデータシート

Trial Name _____

Date _____

Name of Measurer _____

Name of Recorder _____

Plot No. R- _____

Plant Height (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Tiller Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

別添 2 収量と収量構成要素のデータシート

試験名 _____

日付 _____

計測者名 _____

記録者名 _____

Plot No. R- _____

収量

稔実籾重: _____ g / 3 sq. m

水分含量: 1. _____ % 2. _____ % 3. _____ %

平均水分含量: _____ % 水分含量 14% の収量: _____ kg / ha



収量構成要素

収穫した株数: 20 株

穂数: _____ / 20 hills

稔実籾重: _____ g

空籾重: _____ g

5 g の籾数: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 平均 _____

稔実籾の水分含: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 平均 _____

1 g の空籾数 1. _____ 2. _____ 3. _____ 平均 _____

1 株の穂数: _____ 1 m² の穂数: _____

1 穂の稔実籾数: _____ 1 穂の空籾数

1 穂籾数: _____ 稔実籾率: _____ %

1,000 粒重: _____

Y 収量構成要素からの収量: _____ kg / ha