

水稻品種「めんこいな」の幼穂形成期の目標生育量と生育・栄養診断値の策定

佐藤雄幸・金子 潤*・繁野 毅**・佐藤 馨
三浦恒子・田口光雄・宮川英雄***・児玉 徹

Plant analysis to diagnose the nutritional status at the panicle initiation stage of rice cultivar “Menkoina”

Yuko SATO, Jun KANEKO*, Tsuyoshi SHIGENO**,
Kaoru SATO, Chikako MIURA, Mitsuo TAGUCHI,
Hideo MIYAKAWA***, and Toru KODAMA

(Akita Agricultural Experiment Station, Akita Regional Agriculture and Forestry office*, Kitaakita Regional Agriculture and Forestry office**, Akita prefecture Agriculture Public Corporation***)

目 次

I 緒 言	2	VI 平鹿試験地における実証と現地適用事例.....	13
II 目標収量の設定	2	VII 総合考察	14
III 生育経過と生育・栄養診断	4	適 要	15
IV 地帯別生育経過と窒素吸収特性	9	引用文献	16
V 登熟期の気象と食味関連成分及び 生育、収量の関係	11	Summary	17

I 緒 言

「めんこいな」は、1999年に奨励品種に採用され、短稈で、耐倒伏性が優れ、収量性が高く、玄米窒素含有率が低い特徴がある^{16) 22)}。「あきたこまち」に続く本県を代表する品種として、良食味安定生産のために生育・栄養診断値を策定して、普及を図ることが求められている。本県における水稻の生育診断は、安定生産のための技術として、主に倒伏診断のためにと籾数を予測⁹⁾することにあつた。「あきたこまち」の登場とともに、時期別に土壌無機化窒素発現量と水稻窒素吸収量を予測して、良食味米生産を図る生育・栄養診断システムが開発²⁴⁾されている。生育・栄養診断システムでは、冷害などの変動気象下における安定生産が実証されている^{23) 24)}。食味に影響があるとされる土壌型⁶⁾と良食味生産の関係については、食味向上マニュアル¹⁾において技術的対応を明らかにしている。特に食味関連成分の中で、玄米粗蛋白含有率については、

窒素施肥の量や施用時期⁵⁾、登熟気温^{13) 19)}、籾数^{7) 11) 23)}に関連して報告されている。無肥料など窒素施肥の抑制は、良食味に結びつくといわれるが、出穂期以降が高温条件下では急激な登熟や玄米品質の低下や低収^{10) 18)}になる。したがって営農上は、生育・栄養診断による適切な窒素追肥と栽培管理により、食味に影響を与えない籾数を維持しながら良食味米生産を図る必要がある。本報告はめんこいな^{16) 22)}の品種特性を活かすために、生育時期別窒素吸収量に基づいて幼穂形成期を中心とした目標生育量と生育・栄養診断値を策定したものである。また本報告には既報^{8) 12) 13) 15)}に加えて、現地適用事例も検討した。なお、各地域農業改良普及センター作物担当の普及員各位には、「めんこいな」の実証試験にあたり多大なご協力を頂いた。ここに記して深甚の謝意を申し上げる。

II 目標収量の設定

ここでは安定生産のための指標として「めんこいな」の目標収量と時期別生育量と生育・栄養診断値について検討した。

1. 試験方法

1) 品種：めんこいな

2) 用いた試験データ：1998～2000年

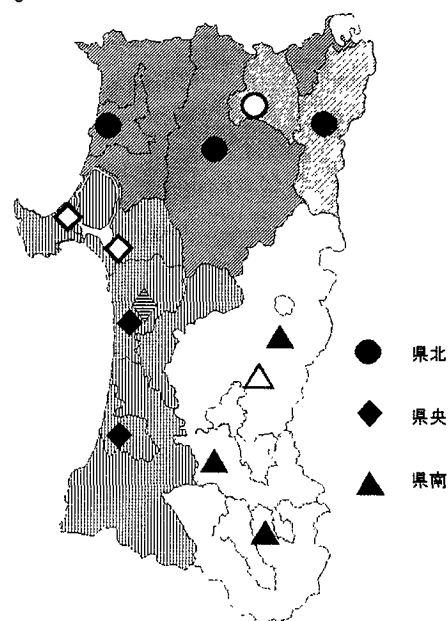
(1) 作柄解析試験20例；旧農業試験場圃場16例、平鹿試験地4例。栽植密度は22.2～25.6株 m^2 -1。基肥窒素量は農試7 g m^2 -1、平鹿試験地5 g m^2 -1。移植日は1998年が5月22日、1999年が5月20～21日、2000年が5月23日である。追肥は幼穂形成期、減数分裂期の単独及び組み合わせによる。

(2) 普及センター技術実証展示圃24例；県内12ヶ所、栽培様式は農家慣行による。移植日は、1999年が5月11～21日、2000年が5月10～26日である。

(3) 試験場所（第1図）

3) 解析に用いた生育調査データ；6月10日、6月25日、7月5日、7月15日、7月25日に調査した草丈、 m^2 当たりの茎数（以下、茎数）、葉緑素計値（SPAD502値、以下葉色）。さらに乾物重（g m^2 -1）、窒素含有率（%、ケルダール法）に基づいて、窒素吸収量（g

m^2 -1）、生育診断値（草丈×茎数× 10^4 ）、栄養診断値（草丈×茎数×葉色× 10^6 ）を算出した。収量は、成熟期に80株を収穫して収量関係を調査した。玄米の調整は1.9mmの篩い目で行い、玄米水分は15%換算の値を用いた。

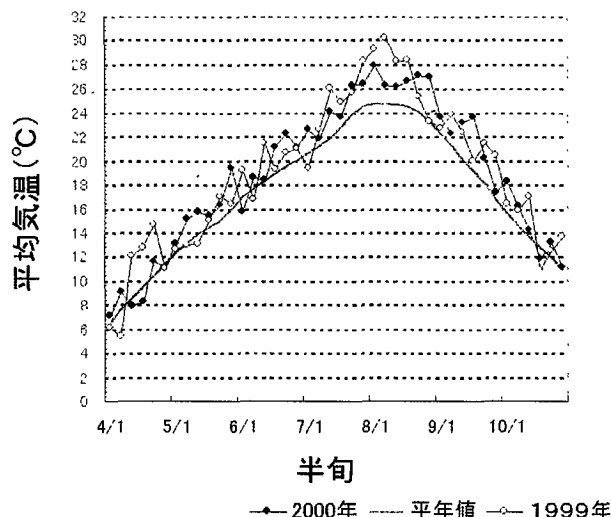


第1図 めんこいな現地実証試験地

2. 試験結果

1) 1999年及び2000年における平均気温推移

1999年及び2000年はともに高温年であった。秋田市の5月から9月までの平均気温は、1999年、2000年の両年ともに平年を大きく上回って推移した(第2図)。県内3地点の月別平均気温は、高めに経過して特に7月~9月は両年とも平年より極めて高く推移した(第1表)。水稻の生育は早まり^{4) 5)}、1999年は高温による品質低下がみられた¹⁰⁾。

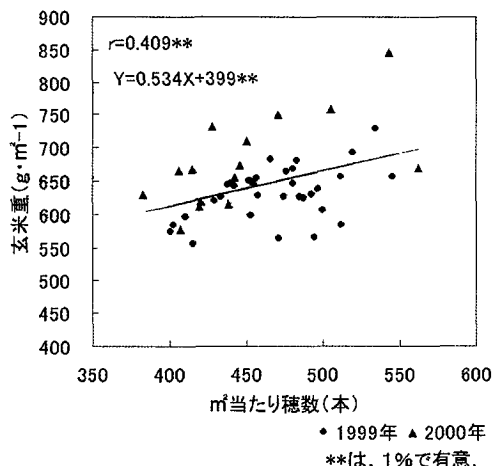


第2図 平均気温の推移

第1表 平均気温の推移

地帯	年次	6月		7月		8月		9月	
県北	1999年	19.0	(+0.7)	23.3	(+1.8)	26.0	(+2.4)	19.9	(+1.8)
	2000年	19.0	(+0.7)	23.3	(+1.8)	25.3	(+1.7)	20.0	(+1.9)
中央	1999年	19.7	(+1.1)	24.6	(+2.0)	27.3	(+2.9)	21.8	(+2.2)
	2000年	19.5	(+0.9)	24.2	(+1.6)	26.8	(+2.4)	21.7	(+2.1)
県南	1999年	19.6	(+0.6)	24.4	(+2.2)	26.7	(+2.2)	21.4	(+2.2)
	2000年	19.9	(+0.9)	24.2	(+2.0)	26.2	(+1.7)	21.1	(+1.9)

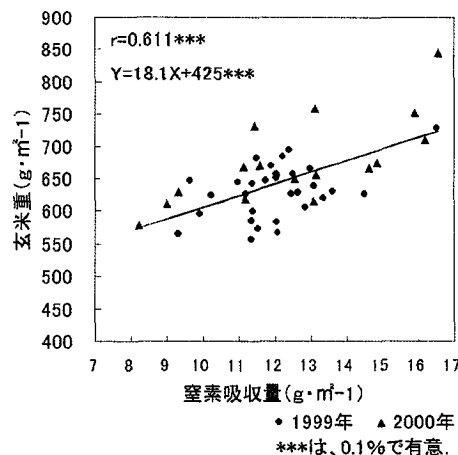
注. 県北は鷹巣町、県央は秋田市、県南は横手市のアメダスデータ、カッコ内は平年差。



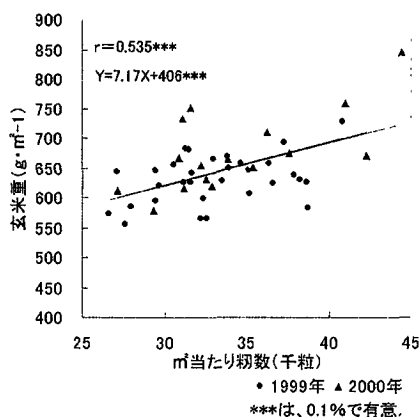
第3図 穂数と玄米重の関係

2) 目標収量と収量構成要素

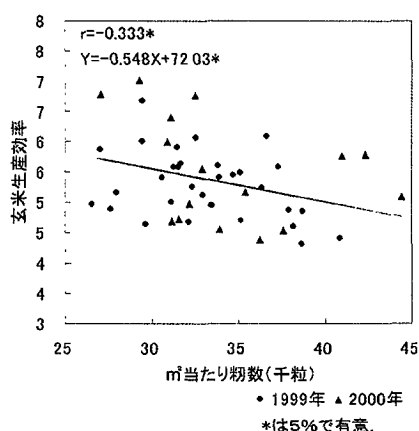
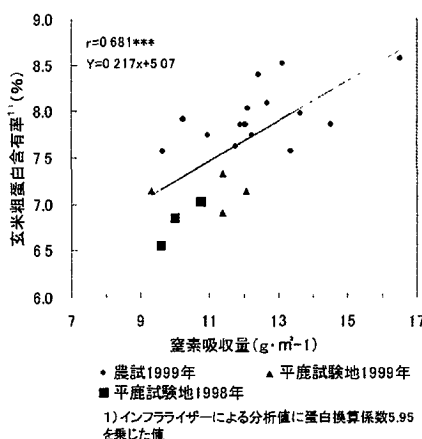
それぞれの単回帰式から、予測収量を660~630 g m²-1とした場合は、m²当たり穂数では492~435本、窒素吸収量は12.9~11.3 g m²-1、m²当たりの籾数は35.5~31.4千粒程度必要である。予測収量が670 g m²-1ではm²当たり穂数が510本を超え、この場合の窒素吸収量は13.5 g m²-1、m²当たりの籾数は37千粒である(第3図、第4図、第5図)。しかし窒素吸収量が13.5 g m²-1以上になると、明らかに玄米粗蛋白含有率が8%^{6) 7)}を超えることが予測されることから食味は低下するとみられる(第6図)。またm²当たり籾数が35千粒を超えることは、玄米生産効率が低下するため好ましくないと考えられた(第7図)。したがって登熟歩合を高めて目標収量を660 g m²-1程度とすることが、安定生産の上で必要である。ただし、窒素吸収量は12 g m²-1程度として、食味に影響を与えないと考えられるm²当たり籾数は35千粒程度であるとみられた。この場合の成熟期の収量構成要素としては、m²当たりの穂数は465本、一穂籾数75粒、登熟歩合80~85%、千粒重23.5 g、と想定された(第2表)。窒素吸収量と籾数には幼穂形成期、減数分裂期とも正の相関関係が認められ、単回帰式はいずれも有意であった。総籾数を35千粒とした場合は、幼穂形成期では7.4 g m²-1の吸収量で予測され、減数分裂期では8.2 g m²-1の吸収量で予測された。目標の時期別窒素吸収量に比べて、幼穂形成期では低く、減数分裂期ではほぼ時期別生育量と一致した(データ略)。



第4図 成熟期の窒素吸収量と玄米重の関係



第5図 粒数と玄米重の関係

第7図 m²当たり粒数と玄米生産効率の関係

第6図 窒素吸収量と玄米粗蛋白含有率の関係

第2表 目標収量と収量構成要素

項目	成熟期
	目標値
玄米重 (g・m ² -1)	660
穂数 (本・m ² -1)	465
登熟歩合 (%)	83.0
総粒数 (千粒・m ² -1)	35.0
一穂粒数 (粒)	72.5
千粒重 (g)	23.5
窒素吸収量 (g・m ² -1)	12.0

品種：めんこいな

Ⅲ 生育経過と生育・栄養診断

ここでは良食味安定生産のために「めんこいな」の生育・栄養診断値について検討した。

1. 試験方法

- 1) 品種：めんこいな
- 2) 用いた試験データ：(Ⅱに同じ)

2. 試験結果

1) 時期別の生育量

6月25日の生育は、草丈40.6cm、茎数620本、葉色41.5、葉齢8.9葉、乾物重127 g m²-1であった。7月5日の生育は、草丈53.5cm、茎数667本、葉色39.7、葉齢10.1葉、乾物重258 g m²-1であった。7月15日の生育は、草丈63.6cm、茎数629本、葉色36.9、葉齢11.2葉、乾物重437 g m²-1であった。7月25日の生育は、草丈73.1cm、茎数551本、葉色36.2、葉齢12.5葉、乾物重619 g m²-1であった。窒素吸収量は、生育初期から高温に経過し分けつ発生が多かったことから、6月25日は3.5 g m²-1、7月5日は5.4 g m²-1、7月15日は6.4 g m²-1、7

月25日は7.2 g m²-1であった(第3表)。成熟期においては、稈長は75.4cm、m²当たり穂数は463本、収量は646 g m²-1、登熟歩合83.8%、m²当たり粒数33.6千粒、一穂粒数72.5粒、窒素吸収量12.2 g m²-1であった(第4表)。

2) 診断値と時期別生育要素との関係

生育診断値と乾物重には、6月25日(0.868***)、7月5日(0.753***)、7月15日(0.739***)の各生育時期において有意な正の相関関係が認められた(第5表、第8図、第9図、第10図)。栄養診断値と窒素吸収量の間には、6月25日(0.846***)、7月5日(0.360**), 7月15日(0.394**)の各生育時期において有意な正の相関関係が認められた(第5表、第11図、第12図、第13図)。7月5日と7月15日の栄養診断値と窒素吸収量は試験年次により回帰式が異なった。1999年、2000年はともに高温年で水稻生育相が1999年は多げつで経過し、2000年は草丈の伸長が著しかったことが影響したものと考えられた。

第3表 時期別生育量 (1999~2000年)

項目	6/25			7/5		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
草丈 (cm)	40.6	48.1	32.9	53.5	64.0	43.2
茎数 (本・m ² -1)	620	888	298	667	869	407
葉色 ¹⁾	41.5	45.0	37.9	39.7	45.9	35.2
葉数	8.9	9.9	7.9	10.1	10.8	9.4
乾物重 (g・m ² -1)	127	184	34	258	440	90
窒素吸収量 (g・m ² -1)	3.5	5.7	1.1	5.4	8.5	2.8
生育診断値 ²⁾	2.5	3.7	1.0	3.6	5.6	2.1
栄養診断値 ³⁾	1.1	1.5	0.4	1.2	1.8	0.5

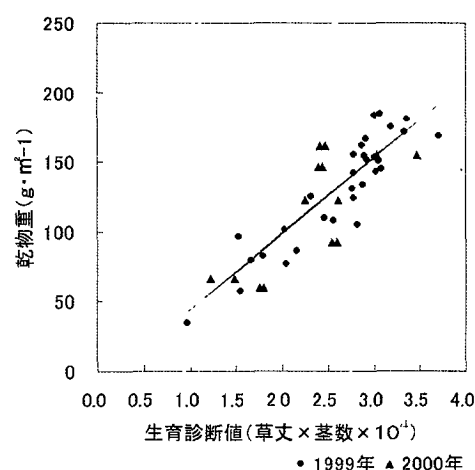
項目	7/15			7/25		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小
草丈 (cm)	63.6	74.5	52.2	73.1	82.7	62.8
茎数 (本・m ² -1)	629	829	445	551	753	389
葉色 ¹⁾	36.9	41.7	30.3	36.2	41.8	30.5
葉数	11.2	11.9	10.4	12.5	13.0	12.1
乾物重 (g・m ² -1)	437	598	253	619	850	378
窒素吸収量 (g・m ² -1)	6.4	9.4	4.2	7.2	10.4	4.4
生育診断値 ²⁾	4.0	5.3	2.7	4.1	5.7	3.0
栄養診断値 ³⁾	1.4	2.0	1.0	1.5	2.1	0.9

注. n=47、1) ミノルタSPAD502、2) 草丈×茎数×10⁴、3) 草丈×茎数×葉色×10⁶

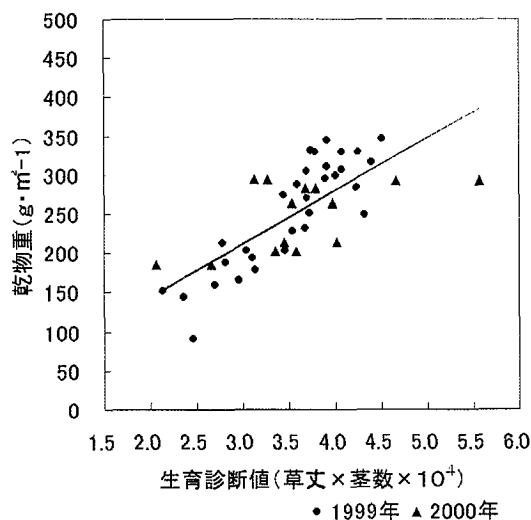
第4表 成熟期における収量と収量構成要素 (1999~2000年)

項目	成熟期		
	平均	最大	最大
稈長 (cm)	75.4	82.9	70.3
穂数 (本・m ² -1)	463	562	383
全重 (g・m ² -1)	1,578	2,143	1,241
玄米重 (g・m ² -1)	646	845	555
登熟歩合 (%)	83.8	96.7	67.5
総糲数 (千粒・m ² -1)	33.6	44.4	26.6
一穂糲数 (粒)	72.5	84.9	61.9
千粒重 (g)	23.3	24.5	22.1
窒素吸収量 (g・m ² -1)	12.2	16.6	8.2

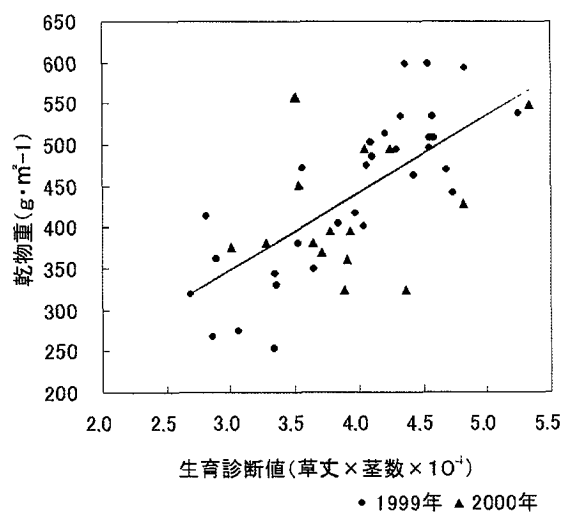
注. n=47



第8図 6月25日の生育診断値と乾物重の関係



第9図 7月5日の生育診断値と乾物重の関係

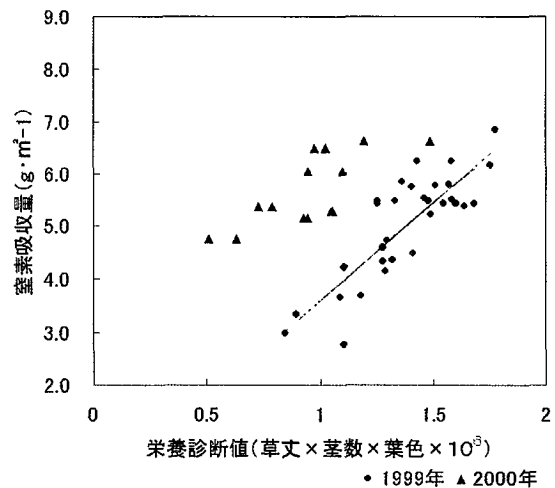
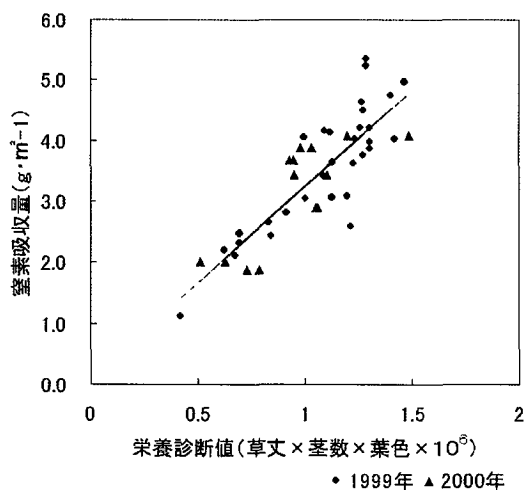


第10図 7月15日の生育診断値と乾物重の関係

第5表 各生育時期における生育・栄養診断値と乾物重・窒素吸収量の回帰と相関関係

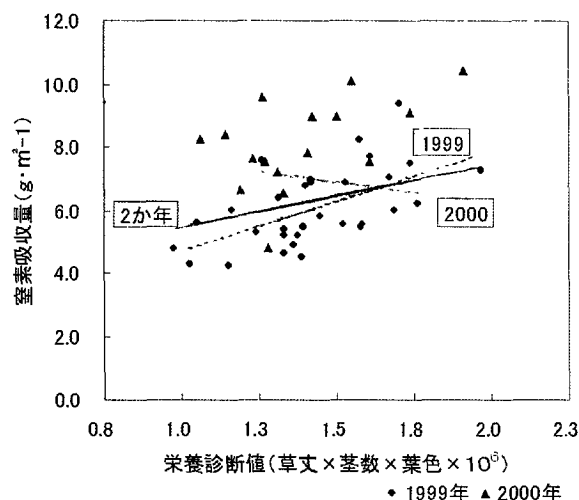
生育時期	年次	項目	相関係数	傾き	切片	寄与率	標準誤差	
6月25日	1999	生・乾 ¹⁾	0.910	57.11	-20.61	0.828	16.64	
		栄・N ²⁾	0.856	3.31	-0.09	0.733	0.54	
	2000	生・乾	0.757	51.40	-4.87	0.573	27.56	
		栄・N	0.791	2.77	0.47	0.626	0.54	
		共通 ³⁾	生・乾	0.868	55.16	-14.90	0.754	20.05
			栄・N	0.846	3.16	0.09	0.716	0.53
7月5日	1999	生・乾	0.878	96.49	-90.53	0.770	34.00	
		栄・N	0.837	3.71	-0.12	0.701	0.56	
	2000	生・乾	0.571	30.12	138.41	0.326	37.56	
		栄・N	0.749	2.07	3.69	0.561	0.47	
	共通	生・乾	0.753	67.70	8.50	0.567	41.49	
		栄・N	0.360	1.13	3.80	0.130	0.91	
7月15日	1999	生・乾	0.814	116.29	-20.17	0.663	57.10	
		栄・N	0.590	3.17	1.53	0.348	1.02	
	2000	生・乾	0.519	58.09	178.61	0.269	59.44	
		栄・N	-0.097	-0.71	7.87	0.009	1.56	
	共通	生・乾	0.739	101.85	27.25	0.546	60.75	
		栄・N	0.394	2.38	2.83	0.155	1.26	
7月25日	1999	生・乾	0.726	139.83	43.35	0.527	86.05	
		栄・N	0.468	2.52	3.03	0.219	1.30	
	2000	生・乾	0.845	124.94	119.87	0.713	56.23	
		栄・N	0.586	3.57	2.96	0.344	1.23	
	共通	生・乾	0.752	132.36	79.57	0.566	77.23	
		栄・N	0.401	2.35	3.71	0.160	1.42	

注. 1) 生:(独立変数)生育診断値、乾:(従属変数)乾物重、2) 栄:(独立変数)栄養診断値、N:(従属変数)窒素吸収量、3) 2か年。相関係数の有意水準:5%は0.295、1%は0.38、0.1%は0.476(N=45)



第11図 6月25日の栄養診断値と窒素吸収量の関係

第12図 7月5日の栄養診断値と窒素吸収量の関係



第13図 7月15日の栄養診断値と窒素吸収量の関係

3) 生育・栄養診断と管理技術対策

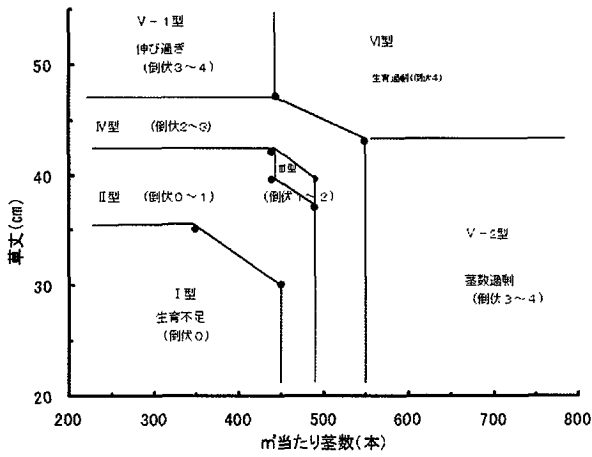
めんこいな目標収量に対する期待生育量は、第6表のとおりである。また宮川ら²⁴⁾と同様に生育ステージに応じて、それぞれ目標に対してI型からVI型まで生育型を設定した。9葉期は暦日で6月25日、水稻の生育ステージは有効茎決定期頃である。同様に10葉期は、暦日で7月5日、生育ステージは最高分けつ期頃、11葉期は7月15日、生育ステージは幼穂形成期頃を示す。I型は明らかな生育不足で、II型からIV型がIII型を包含して、V型、VI型は生育過剰であることを示した。これらの時期の診断後の栽培管理技術は、第7表に示したとおり、時期別の追肥判定、倒伏予測、中干し開始時期の判定が可能である(第14図、第15図、第16図、第7表)。

第6表 660 g m²-1を想定した時期別目標生育量

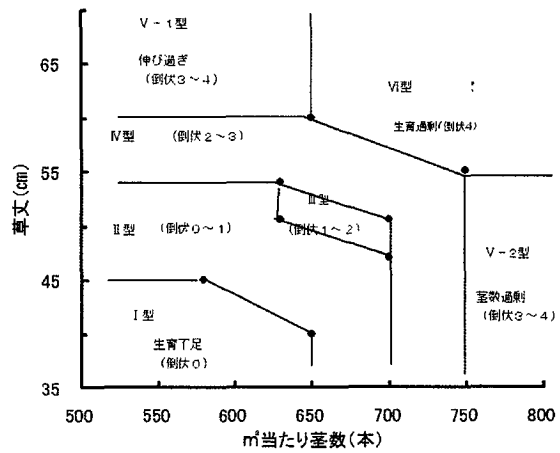
		分けつ 始 期	分けつ 盛 期	有効茎 決定期	最高分 げつ期	幼 穂 形成期	減 数 分裂期	出穂期	出穂後 20日
草 丈 (cm)	目標	24	29	40	50	60	64	75	82
	下限	22	26	37	47	55	58	70	80
	上限	26	32	42	54	68	72	80	85
茎 数 (本m ² -1)	目標	120	240	470	700	650	550	450	450
	下限	100	220	440	650	600	500	430	430
	上限	150	320	490	750	700	600	480	480
主稈葉数	目標	6	7.5	8.5	10	11	12.5	—	—
葉緑素計値 ¹⁾	目標	37	43	44	44	38	36	41	36
	下限	34	40	41	42	36	33	38	34
	上限	41	46	47	46	40	38	43	38
生育診断値 ²⁾	目標	0.3	0.7	1.9	3.5	3.9	3.5	—	—
	下限	0.2	0.6	1.6	3.1	3.3	2.9	—	—
	上限	0.4	1.0	2.1	4.1	4.2	4.3	—	—
栄養診断値 ³⁾	目標	—	0.3	0.8	1.5	1.5	1.3	—	—
	下限	—	0.2	0.7	1.3	1.2	1.0	—	—
	上限	—	0.5	1.0	1.7	1.7	1.6	—	—
窒素吸収量 (g m ² -1)	目標	—	1.0	2.5	5.5	6.5	8.0	10.0	—
	下限	—	0.5	2.0	5.0	6.0	7.0	8.0	—
	上限	—	1.5	3.0	6.0	7.0	9.0	12.0	—

1998~2000年秋田農試、地域農業改良普及センター実証圃試験結果。

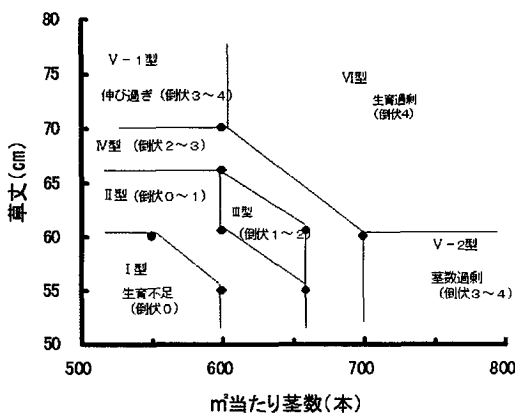
1) ミノルタSPAD502、2) 草丈×茎数×10⁴、3) 草丈×茎数×葉緑素計値×10



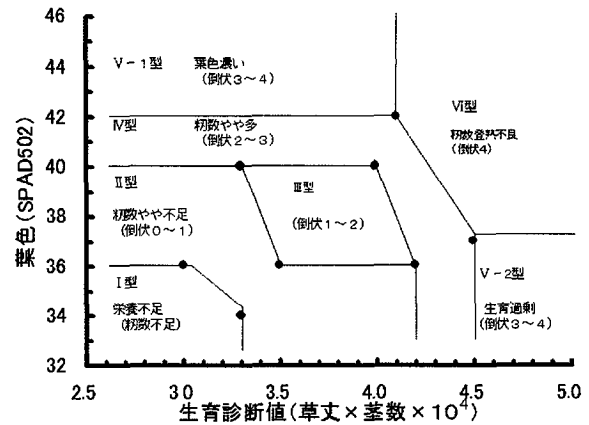
第14図 9葉期の生育診断と管理技術



第15図 10葉期の生育診断と管理技術



a 生育診断



b 栄養診断

第16図 幼穂形成期(11葉期)の生育・栄養診断

第7表 生育ステージの栽培管理技術

生育型	9 葉 期	10 葉 期	11 葉 期	減数分裂期
			窒素追肥 (g m ⁻² -1)	窒素追肥 (g m ⁻² -1)
I 型	生育促進、通常の間断かんがい	生育促進、通常の間断かんがい	2	2
II 型	有効茎を確保してから中干し	通常の間断かんがい	2	2
III 型	通常の中干しを実施する	通常の間断かんがい	ムラ直し 1	2
IV 型	直ちに中干しを実施する	中干しを継続	なし	2
V-1 型	直ちに強めの中干しを実施する	強めの中干しを継続	なし	ムラ直し 1
V-2 型	直ちに強めの中干しを実施する	強めの中干しを継続	なし	ムラ直し 1
VI 型	直ちに強めの中干しを実施する	生育調節剤を考慮する	なし	なし

IV 地帯別生育経過と窒素吸収特性

県内12地域農業改良普及センターの栽培技術実証圃の設置結果から、作期の概ね同じ地域をそれぞれ県北・県央・県南の3地帯に区分^{4) 5)}して、生育及び窒素吸収特性について検討した。

1. 試験方法

1) 試験年次：1999年、2000年

2) 供試品種：めんこいな

3) 地帯区分と設置場所：(第1図参照)。

4) 耕種概要

(1) 1999年栽培技術実証圃24例：試験場所は県内12ヶ所。移植日は5月11日～21日。栽植密度は18.0～22.7株 m^{-2} 。基肥窒素量は5.6～9.8 $g\ m^{-2}$ 。追肥窒素量は1.1～4.2 $g\ m^{-2}$ 。

(2) 2000年栽培技術実証圃16例：試験場所は県内8ヶ所。移植日は5月10日～26日。栽植密度は17.9～

21.9株 m^{-2} 。基肥窒素量は5.2～8.7 $g\ m^{-2}$ 。追肥窒素量は1.2～4.0 $g\ m^{-2}$ 。両年とも農家慣行による機械移植栽培。追肥は幼穂形成期、減数分裂期の単独及び組み合わせによった。

5) 調査日：6月10日、6月25日(有効茎決定期)、7月5日(最高分げつ期)、7月15日(幼穂形成期)、7月25日(減数分裂期)、8月20日(穂揃期)、9月15日(成熟期)。

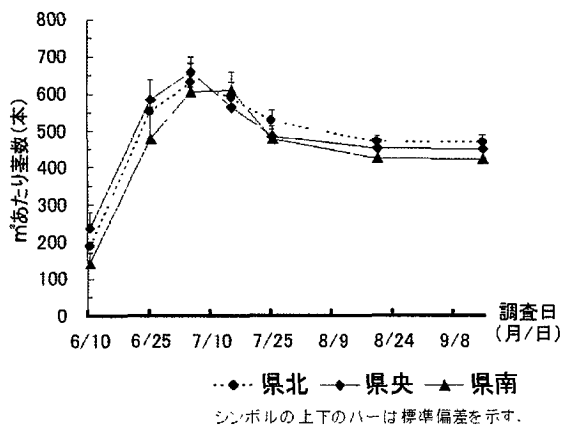
6) 調査項目：草丈(cm)、 m^2 当たりの茎数(以下、茎数)、葉緑素計値(SPAD502値、以下葉色)。乾物重、窒素含有率(%、ケルダール法)に基づいて、窒素吸収量($g\ m^{-2}$)を算出した。収量調査は、成熟期において80株を当該試験区から2箇所収穫して収量関係項目の調査に用いた。玄米の調製は1.9mmの篩い目で行い、玄米水分は15%換算の値を用いた。

2. 試験結果及び考察

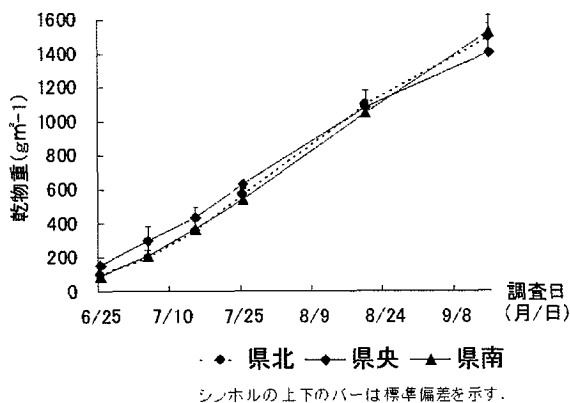
1) 地帯別生育及び窒素吸収量

茎数の推移は、県央が早くから多く、6月25日調査では600本/ m^2 程度となり、次いで県北が多く、県南のが最も少なかった(第17図)。乾物重の推移は、茎数の推移と同様に県央が多く推移し、登熟期以降は県南、県北で多かった(第18図)。窒素吸収量の推移は、初期から茎数の多い県央が多かったが、7月15日調査では県北の窒素吸収量が6 $g\ m^{-2}$ 程度に経過した。成熟期の窒素吸収量は12 $g\ m^{-2}$ 前後であるが、県央、県北、県南の順に吸収量は低下した(第19図)。

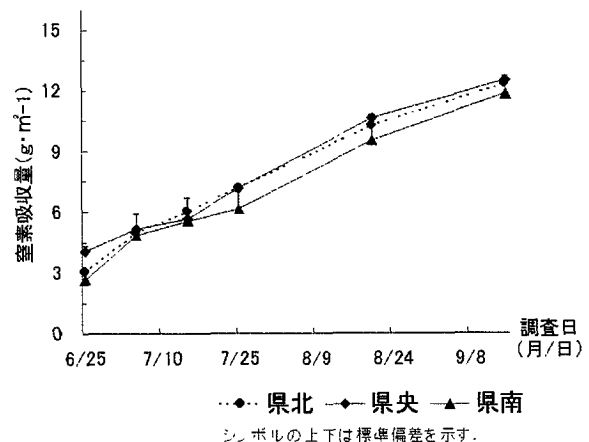
窒素吸収パターンは、移植から6月25日までは、県央の吸収量が33%で、県北、県南に比べて極めて多く



第17図 地帯別茎数の推移 (2か年平均)



第18図 地帯別単位面積当たり乾物重の推移 (2か年平均)



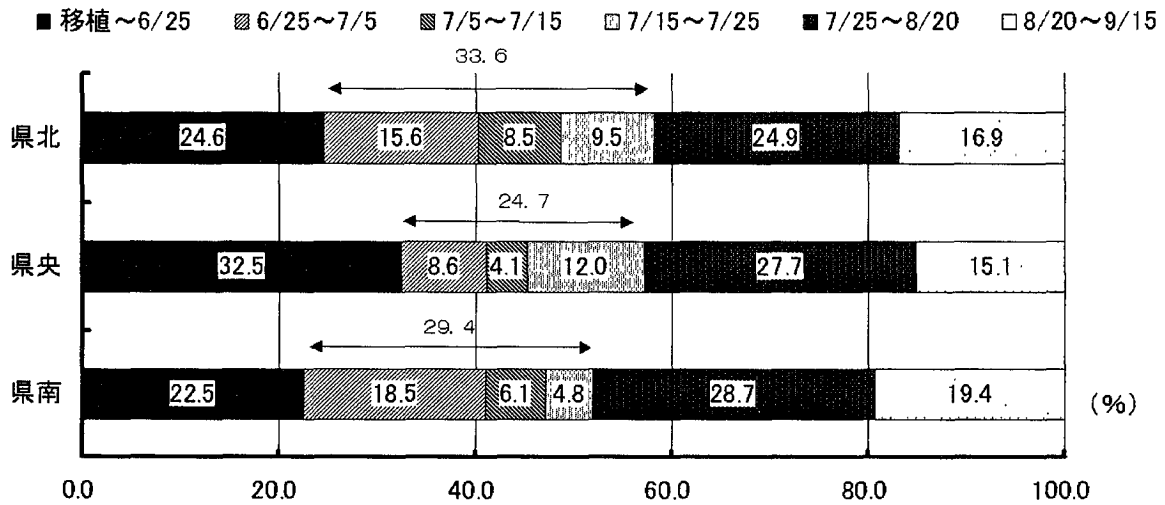
第19図 地帯別窒素吸収量の推移 (2か年平均)

吸収された。6月25日から7月15日までは、県北が25%、県央が13%、県南が25%であった。6月25日から7月25日までは、県北が33.6%、県央が24.7%、県南が29.4%で、7月25日以降は県北が41.8%、県央が42.8%、県南が48.1%の吸収パターンであった。県南では、総窒素吸収量に占める減数分裂期以降の窒素吸収割合は、県北、県央に比較して多かった(第20図)。

2) 地帯別生育量と収量構成要素

出穂期は各地点とも8月2~6日で、 m^2 当たりの穂数は県北が多く、次いで県央、県南であった。有効茎

歩合は県央がやや低く、収量は県北では比較的安定して、次いで県央、県南では年次間の変動がみられた(第8表)。2か年とも安定生産の地帯は、県北であった。その要因は早期茎数の確保と、6月25日(有効茎決定期)から7月15日(幼穂形成期)の窒素吸収量が多く、籾数と穂数確保に効果的であったと推察された。県央は、有効茎歩合と登熟歩合が低下したことによると推測され、県南は有効茎歩合が高いが、幼穂形成期の窒素吸収が少なく、穂数の年次間差が大きかった。



第20図 3地帯の時期別窒素吸収パターン
1999年、2000年の平均値で示した。

第8表 地帯別生育と収量構成要素

地帯	年次	出穂期	穂数	有効茎歩合	稈長	倒伏程度	玄米重	一穂粒数	m^2 当たり総籾数	登熟歩合	千粒重
		月日	本 m^2 -1	%	cm	(0~5)	$g m^2$ -1	粒	千粒	%	g
県北	1999	8. 4	468	70.2	76.8	0.0	665	70.4	32.8	86.2	23.6
	2000	8. 6	469	78.1	82.5	0.4	651	76.6	35.8	90.1	23.0
県央	1999	8. 2	478	69.7	78.2	0.1	638	73.4	35.0	79.0	23.2
	2000	8. 3	420	66.7	68.5	0.5	616	71.5	30.0	90.6	22.5
県南	1999	8. 3	427	72.6	76.4	0.3	579	68.7	29.8	84.6	23.9
	2000	8. 4	440	74.3	78.4	0.5	662	70.6	31.0	91.7	24.1

V 登熟期の気象と食味関連成分及び生育、収量の関係

1999年、2000年の2か年における各地域農業改良普及センター管内の栽培技術実証圃試験から、「めんこいな」の生育・収量と食味関連の味度値、玄米粗蛋白質含有率との関係について検討した。

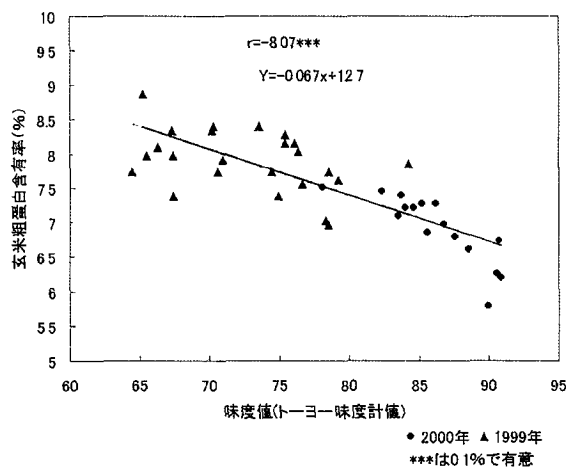
1. 試験方法

- 1) 品種：めんこいな
- 2) 解析に用いた試験データ（前出）
- 3) 調査方法及び調査項目は前項に同じある。味度値は、東洋精米機器製作所の味度メーターを使用した。玄米粗蛋白質含有率は、ケルダール法による玄米窒素含有率に蛋白換算係数5.95を乗じた値とした。

2. 試験結果及び考察

1) 味度値と玄米粗蛋白質含有率の関係

味度値と玄米粗蛋白質含有率の関係は、1999年と2000年において年次間差がみられたが、両年を通じた



第21図 味度値と玄米粗蛋白質含有率の関係

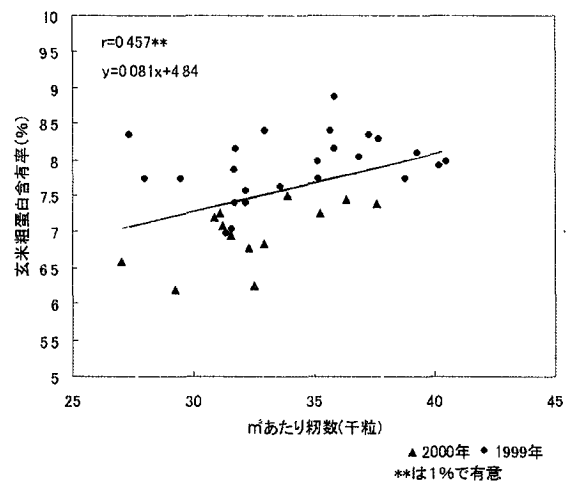
味度値と玄米粗蛋白質含有率には有意な負の相関関係が認められた(第21図)。

2) 生育と玄米粗蛋白質含有率の関係

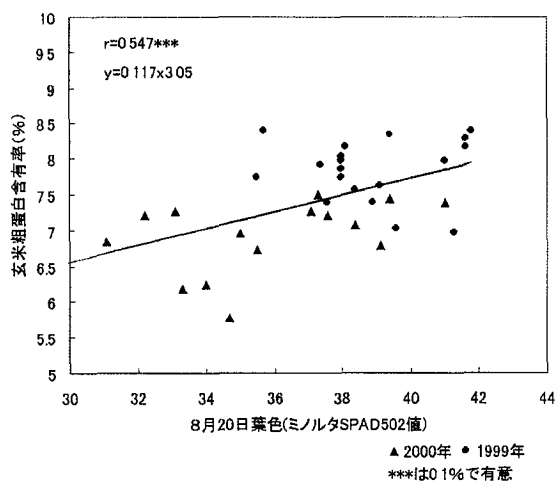
玄米粗蛋白質含有率に対する基肥窒素量や幼穂形成期の栄養診断値には、明瞭な相関はなかった。しかし、8月20日の葉色と玄米粗蛋白質含有率の関係には有意な正の相関関係が認められた(第22図)。

3) 収量構成要素と玄米粗蛋白質含有率の関係

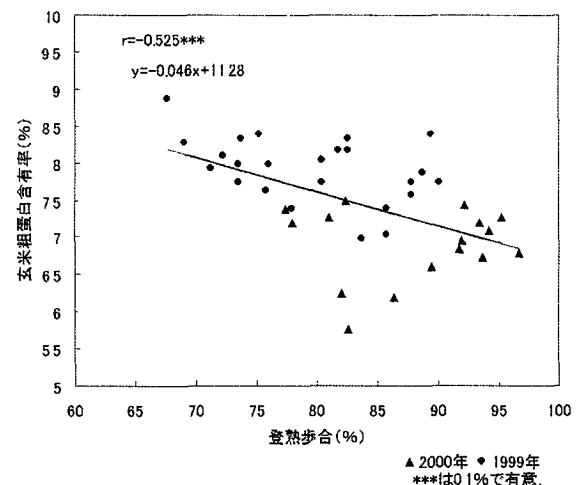
全籾数と玄米粗蛋白質含有率の関係には、有意な正の相関関係が認められた(第23図)が、玄米重と玄米粗蛋白質含有率の関係には明瞭な相関は認められなかった(データ略)。また、登熟歩合と玄米粗蛋白質含有率の関係には有意な負の相関関係が認められた(第24図)。玄米生産効率と玄米粗蛋白質含有率には有意な負の相関関係が認められた(第25図)。



第23図 全籾数と玄米粗蛋白質含有率の関係



第22図 8月20日の葉色と玄米粗蛋白質含有率の関係



第24図 登熟歩合と玄米粗蛋白質含有率の関係

4) 出穂から40日間の気象経過の比較

1999年と2000年の出穂後40日間の気象経過を比較した。出穂後40日間、及び前半20日間の気温は1999年が高く、日較差が小さかった。また出穂後40日間、及び

前半20日間の降水量は1999年で多く、これに伴って日照時間も低下した。両年の気象要素の差から、出穂からの前半20日間の気温、日較差、降水量、日照時間において年次間差が大きかった(第9表)。

第9表 出穂から40日間の気象経過比較

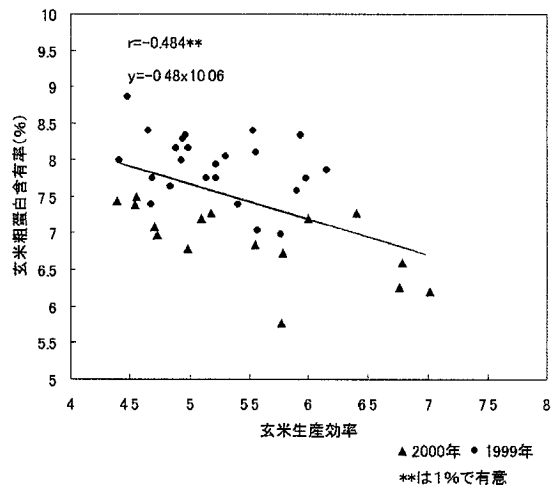
	試験年	平均気温 ℃	最高気温 ℃	最低気温 ℃	日較差 ℃	降水量 mm	日照時間 hr
積算値	2000年	970	1,160	802	357	152	263
	1999年	993	1,172	841	331	298	207
	年次間差	-24	-12	-39	26	-146	55
	2000年	508	613	414	198	22	172
	1999年	542	638	459	179	68	136
	年次間差	-34	-25	-45	20	-46	36
	2000年	462	547	388	159	130	90
	1999年	452	534	382	152	230	71
	年次間差	10	13	6	7	-100	19

年次間差：2000年値-1999年値

5) 玄米粗蛋白含有率と登熟気象との関係

玄米粗蛋白含有率は、出穂期から前半20日間では、40日間の気象経過に比べ相関係数が高かった。玄米粗蛋白含有率は最低気温、平均気温と有意な正の相関関係が認められ、日照時間とは負の相関関係が認められた。これに対して、出穂期から40日間の最低気温、日較差、降水量、日照時間には、有意な相関関係はみられなかった(第10表、第26図)。

目標籾数である㎡当たり35千粒から予測される粗玄米蛋白含有率は7.8%であることから、これを指標としてそれぞれの気象要素との関係から、平均気温は27.9℃、最低気温は23.8℃、日照時間は6.1時間程度であることが示唆された(第26図)。

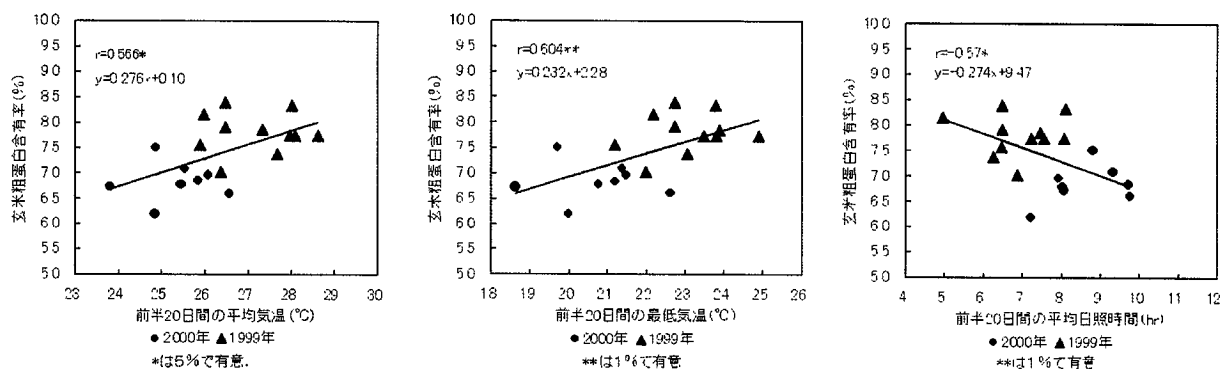


第25図 玄米生産効率と玄米粗蛋白含有率の関係

第10表 玄米粗蛋白含有率と登熟気象の相関係数

出穂期からの日数	平均気温	最高気温	最低気温	日較差	降水量	日照時間
40日間	0.299	0.153	0.362	-0.375	0.408	-0.438
前半20日	0.566	0.401	0.604	-0.438	0.386	-0.570
後半20日	-0.133	-0.224	-0.027	-0.227	0.438	-0.296

有意水準：5%・0.455、1%・0.575 (n=19)



第26図 出穂から20日間の気象・日照時間と玄米粗蛋白質含有率

VI 平鹿試験地における実証と現地適用事例

平鹿試験地において、策定した生育・栄養診断に基づいて栽培管理を実施した結果について報告する。さらに各地域普及センターの現地実証圃データから、幼穂形成期の生育診断値、収量、食味関連成分について考察した。

1. 試験方法

1) 品種：めんこいな

2) 試験場所・耕種概要；2000年・試験場所は平鹿町現地試験圃場。移植日・5月23日。栽植密度は21.2株 m^2 -1。基肥窒素量は、5.0~7.0 g m^2 -1。

3) 平鹿試験地：試験区は、基肥 5 g m^2 -1で、10葉期（穂首分化期）、11葉期（幼穂形成期）に診断を実施して追肥した（以下、診断区）。基肥 7 g m^2 -1及び基肥 5 g m^2 -1の2水準の基肥量で、穂首分化期、幼穂形成期、減数分裂期において窒素追肥 2 g m^2 -1区を設

定した。試験区は72 m^2 、2反復。

4) 実証展示圃試験：

(1) 用いたデータ：2000年栽培技術実証圃8例：試験場所、耕種概要、調査項目は前項と同じ。

(2) 解析方法：得られた生育・栄養診断値から現地の生育型を判定し、その後の収量、味度、玄米窒素含有率について考察した。

2. 試験結果及び考察

1) 平鹿試験地

診断区では、7月15日の茎数は減少が少なく、減数分裂期前後の葉色は36程度で一定に推移した（データ略）。各区とも穂数が少なく、稈長が長かった。診断区では最も多収となり、 m^2 当たり初数が33.8千粒で、玄米品質は良好であった（第11表）。

第11表 診断によるめんこいな施肥反応（2000年、平鹿試験地）

施肥 基-首-幼-減	有効 歩合 %	穂数 本 m^2 -1	倒伏 9/18 ²⁾	稈長 cm	穂長 cm	全重 g m^2 -1	玄米重 g m^2 -1	千粒重 g	登熟 歩合 %	一穂 初数	m^2 当 たり初数	品質 ³⁾
5-0-0-2	66.8	328	0	79.9	18.8	1,605	612	23.5	92.0	86.2	28.3	3.0
5-0-2-0	69.6	342	0	82.0	19.7	1,620	645	23.1	87.2	93.9	32.5	3.5
5-2-0-0	68.1	335	0	81.1	18.7	1,797	642	22.4	86.5	99.0	33.1	3.3
5-診-診-2	72.3	356	0	81.6	19.5	1,582	651	23.2	83.0	95.1	33.8	3.3
7-0-0-0	66.0	346	0	79.8	18.8	1,633	621	22.9	89.9	87.1	30.1	3.8
7-0-0-2	65.5	344	0	81.2	18.8	1,654	641	23.1	92.7	87.1	31.5	3.5

1) 基・基肥、首・穂首分化期、幼・幼穂形成期、減・減数分裂期。2) 9月18日の観察。3) 食糧事務所検査(上の上)・1~(下の下)9の9段階。

2) 現地の試験への適用

各地点の現地実証圃では、幼穂形成期の生育型に係わらず減数分裂期追肥を実施した。幼穂形成期の診断では、各地点とも生育量が大きく、秋田を除いてIV型～VI型に分類された。玄米収量は、最大が752 g m⁻²、最小が578 g m⁻²であった。目標を大幅に超えた地点が平鹿で、鹿角、北秋田、仙北ではほぼ目標収量を達成した。目標に達しなかったのは、山本、秋田、雄勝

の3地点であった。味度は最も高い地点が91、最も低い地点が78.1であった。玄米粗蛋白含有率は6.2～7.5%であった(第12表)。2000年における生育は、各地点とも幼穂形成期の診断に対して、生育量が大きかったにもかかわらず、味度値が高く、玄米粗蛋白含有率は松本ら²⁾の報告を超えるものではなく安定した値を示した。

第12表 幼穂形成期の生育診断と収量、味度値、玄米素蛋白含有率に及ぼす影響(2000年)

地域	土壌タイプ	幼穂形成期	収量 g m ⁻²	味度値 ²⁾	玄米粗蛋白含有率 ³⁾ %
		生育型 ¹⁾			
鹿角	灰色低地土(野市統)	IV	670	90.8	6.7
北秋田	灰色低地土(諸橋統)	IV	666	78.1	7.5
山本	黒ボク土(野々村)	V-1	616	83.6	7.1
秋田	強グライ土(田川統)	II	611	88.6	6.6
由利	グライ土(幡野統)	IV	620	87.1	6.8
仙北	グライ土(浅津統)	V-1	656	87.6	6.8
平鹿	グライ土(浅津統)	VI	752	86.8	7.0
雄勝	灰色低地土(四倉統)	IV	578	91.0	6.2

注. 1) 第8図aに基づく。2) トーヨー味度メーター。3) ケルダール法による分析値に蛋白換算係数5.95を乗じた値。

VII 総 合 考 察

1. 安定生産について

倒伏に関しては限界籾数⁹⁾という指標があるが、「めんこいな」については、幼穂形成期の生育量では生育診断値(4.2×10⁴)、葉色(42)を超えた場合はV型からVI型に分類され倒伏の危険性を予測している。幼穂形成期における栄養診断値からの予測窒素吸収量は7 g m⁻²になるが、この時の予測m²当たり籾数はほぼ35千粒である。つまり、m²当たり籾数が35千粒を超えることは、倒伏の危険性が高まることを示している。

「めんこいな」は収量性が高いが、単回帰式のm²当たり籾数から予測される玄米重は、34.2千粒では650 g m⁻²、31.4千粒では630 g m⁻²である。安定生産には少なくとも31千粒程度を確保することが妥当であろうと考えられた。

2. 良食味米生産について

「めんこいな」では窒素吸収量が13.5 g m⁻²を超えると玄米重が670 g m⁻²以上になることが予測された。

さらに窒素吸収量が13.5 g m⁻²を超えると、食味に悪影響を及ぼすこと示唆されている。本報告の中では、アミロース含有率については登熟期間中の気温が高いと低下する⁶⁾など気象の影響を大きく受けることから、栽培管理技術として対応可能な玄米粗蛋白含有率について考察した。

これまで食味が低下する粗蛋白含有率については8%程度^{6) 7)}とされている。目標とするm²当たり籾数35千粒では、玄米粗蛋白含有率は7.8%と予測され、策定値が食味に大きく影響するものではないと考えられた。玄米の粗蛋白含有率は、登熟期間中の葉色、m²当たり籾数、出穂期から20日間の平均気温や最低気温との関係に正の相関関係が認められ既報^{6) 7) 10)}と一致した。本試験期間の登熟気温では、1999年が2000年より高く^{4) 5)}、玄米粗蛋白含有率は1999年が相対的に高まった。

食味の向上には、玄米生産効率^{6) 20)}、登熟歩合を高

めること¹⁷⁾¹⁴⁾が指摘されている。本報告では、玄米粗蛋白含有率と玄米生産効率、登熟歩合について負の相関関係を認めた。松島ら²⁰⁾は登熟歩合は、籾数が同じ程度であれば1次枝梗の比率を高めることで高まると指摘している。松本らは同じ窒素施肥でも収量性が高いと報告²¹⁾しており、「めんこいな」では1次枝梗粒数が多い³⁾ことから玄米生産効率が高いと推察され、広域的に良食味生産が図れるものと考えられた。

3. 普及拡大に向けて

「めんこいな」の作付け面積は5768ha (2002年)と作付け比率は県全体の6.6%に増加¹⁷⁾し、県地域別水稲作付品種ガイドライン²²⁾に沿った普及が期待されている。「めんこいな」は短稈で耐倒伏性が強いが、基肥が 9 g m^{-2} 以上になると玄米品質の低下¹⁶⁾、倒

伏²³⁾の危険があることから、基肥は 7 g m^{-2} 程度¹⁸⁾を基本として、生育・栄養診断による生育中期の窒素吸収量を促すことが安定生産と食味向上のために重要である。

ここで作成した目標生育量と生育・栄養診断値は、異なる土壌タイプ、移植時期や苗様式を包含したデータから得られた結果であることから、地域毎の適合性については、目標収量レベルから獲得籾数を検討する必要がある。さらに今後は良食味米生産と登熟期間中生育量の解析が待たれる。「めんこいな」はデビュー4年目を迎え、高品質・安定生産の評価がさらに重要になることから、生育・栄養診断に基づく着実な栽培が取り組みが期待されている。

摘 要

1. 「めんこいな」の時期別生育量と生育・栄養診断値の策定のため、1998～2000年において秋田農試と県内各実証展示圃で実施した試験結果をに基づいて、時期別生育量と窒素吸収パターンの解析を行った。

2. 目標収量を $660 (\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$ とした稲体の窒素吸収量は、 $12 (\text{g} \cdot \text{m}^{-2})$ であった。時期別の窒素吸収量は、出穂前の9葉期(有効茎決定期)頃が $3.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、10葉期(最高分けつ期)頃が $5.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 、11葉期(幼穂形成期)頃が $6.5 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ である。有効茎決定期から幼穂形成期までの生育型はI型、II型、III型、IV型、V-1型、V-2型、VI型に分類した。これにより時期別の追肥判定、倒伏予測、中干し開始時期の判定ができる。

3. 6月25日頃の有効茎決定期頃から7月25日頃の

減数分裂期頃までの窒素吸収割合は、全窒素吸収量の30%程度に高めることで有効茎数が高く維持される。

4. 玄米粗蛋白含有率は、味度値、登熟歩合、玄米生産効率と負の相関関係にあった。また、玄米粗蛋白含有率と収量との関係は明らかでないが、全籾数、8月20日の葉緑素計値には正の相関関係があった。適正な玄米粗蛋白含有率を得るためには、登熟歩合と玄米生産効率を高める必要があった。

5. 1999年は出穂から20日間の気温が顕著に高く、玄米粗蛋白含有率は2000年に比べ相対的に高かった。

6. 策定した生育・栄養診断の適用による適期追肥が籾数獲得に極めて有効で、高品質・安定生産を実証した。

引用文献

- 1) 秋田県農政部, 1999. 改訂版秋田米食味向上マニュアル, 1-19 (<http://www.agri-ex.pref.akita.jp/plan/syokumi/index.htm>).
- 2) 秋田県農政部, 2001. 平成13年度稲作指導指針, 5-12.
- 3) 秋田県農政部, 2002. 平成14年度稲作指導指針, 42.
- 4) 秋田県農政部・東北農政局秋田統計情報事務所, 1999. 平成11年度作況ニュース(第9号総括編), 1-13.
- 5) 秋田県農政部・東北農政局秋田統計情報事務所, 2000. 平成12年度作況ニュース(第8号総括編), 1-11.
- 6) 稲津脩, 1988. 北海道産米の食味向上による品質改善. 北海道立農業研報66, 1-89.
- 7) 太田和也, 在原克之, 小山豊, 2002. 温暖地早期栽培における水稻の収量および収量構成要素と玄米粗タンパク含有率の関係. 日本作物学会記事71(別1), 134-135.
- 8) 金子潤, 佐藤雄幸, 佐藤馨, 2000. 「めんこいな」の地帯別生育と窒素吸収特性, 東北農業研究53, 21-22.
- 9) 金田吉弘, 児玉徹, 三浦昌司, 長野間宏, 佐々木昭太郎, 1986. 八郎瀧干拓地における水稻の栄養診断と追肥の要否判定. 東北農業研究39, 55-56.
- 10) 金田吉弘, 進藤勇人, 2000. 高温条件下における水稻窒素吸収パターンが白粒発生に及ぼす影響. 日本作物学会東北支部報43, 73-75.
- 11) 今野周, 一戸敏子, 山下亨, 梅津敏彦, 芳賀静雄, 栗野省三, 武田正宏, 1994. 水稻品種「はえぬき」「どまんなか」の栽培技術の確立. 第2報品質及び食味評価に及ぼす単位面積当たり初数と登熟期間の気温の影響. 山形農試研報28, 21-38.
- 12) 佐藤雄幸, 佐藤馨, 金子潤, 2000. めんこいな生育・栄養診断, 東北農業研究53, 23-24.
- 13) 佐藤雄幸, 繁野毅, 金子潤, 2001. めんこいな良食味生産技術 第2報 玄米粗蛋白含有率と登熟期間の気象, 東北農業研究54, 23-24.
- 14) 徐錫元, 茶村修吾, 1979. 玄米蛋白含有率の品種間差の発現. 日本作物学会記事48, 34-38.
- 15) 繁野毅, 佐藤雄幸, 金子潤, 2001. めんこいな良食味生産技術 第1報 生育収量が玄米粗蛋白含有率に及ぼす影響, 東北農業研究54, 21-22.
- 16) 田口光雄, 京谷 薫, 1999. 水稻新奨励品種「秋田59号」の特性と栽培法. 東北農業研究 52, 3-4.
- 17) 農林水産省仙台食糧事務所秋田事務所, 平成14年10月7日, 平成14年産水稻の品種別作付状況(速報) (www.tohoku.fo.maff.go.jp/akita/ktokeiou/yousi6.htm).
- 18) 農林水産省東北農業試験場, 2001. 東北地域における夏季の異常高温が水稻生育及びコメ品質に及ぼす影響解析と今後の対策. 1-78.
- 19) 本庄一雄, 1971. 米のタンパク含量に関する研究. 第1報タンパク質含有率の品種間差異ならびにタンパク含有率に及ぼす気象環境の影響. 日本作物学会記事40, 183-189.
- 20) 松島省三, 松崎昭夫, 1972. V字理論による安全稲作[4]. 農業及び園芸47, 1271-1276.
- 21) 松田裕之, 藤井弘志, 柴田康志, 小南力, 長谷川原, 大淵光一, 安藤豊, 1997. 水稻の窒素吸収量からみた初生産効率と精米中のタンパク質含有率の関係. 日本土壌肥料学会誌68(5), 501-506.
- 22) 松本眞一, 眞崎聡, 川本朋彦, 畠山俊彦, 加藤武光, 池田直美, 斎藤正一, 嶽石進, 山本寅雄, 嶋貫和夫, 京屋薫, 田口光雄, 明沢誠二, 1999. 水稻新品種「めんこいな」の育成, 秋田県農業試験場研究報告40, 1-22.
- 23) 宮川英雄, 児玉徹, 1994. 良食味生産のための生育診断・予測技術 第3報生育栄養診断プログラムによる栽培実証とその評価. 東北農業研究47, 21-22.
- 24) 宮川英雄, 児玉徹, 佐藤福男, 村上章, 加納英子, 1998. 良食味米生産のための水稻簡易生育診断及び土壌無機化予測を組み入れた水稻生育栄養診断システム. 秋田県農業試験場研究報告39, 1-35.

Summary

1. Plant growth and nitrogen absorption pattern analysis to diagnose the nutritional status of rice cultivar “Menkoina” was carried out for 2 years (1998-2000) at the Akita Agricultural Experiment Station and several demonstration fields in Akita prefecture.
2. Total plant absorbed nitrogen was 12 g m^{-2} when yielded up to 660 g m^{-2} . The evaluated nitrogen absorption were 3.5 g m^{-2} , 5.5 g m^{-2} and 6.5 g m^{-2} at 9.0, 10.0 and 11.0 of leaf number index respectively. Plant growth types, classified as I, II, III, IV, V-1, V-2 and VI from fertile tiller determination stage to panicle initiation stage, have provided predictive top-dressing nitrogen requirement, lodging and water management.
3. Fertile tiller ratio was high when about 30% of total plant nitrogen has been absorbed during fertile tiller determination stage through meiosis stage. In addition, nitrogen absorption from heading to early ripening stage accelerated dry matter accumulation.
4. Negative correlation between brown rice protein content and Mido value (Rice Taste Degree Meter, Toyo), ripened grain percentage or rice production efficiency was observed. And brown rice protein content correlated positively with total grain number and chlorophyll meter value on Aug. 20th, however, relation with yielding was not observed. These results indicated that enhancement of ripened grain percentage and rice production efficiency was necessary for optimum content of brown rice protein.
5. In 1999, temperature of 20 days after heading was extremely higher than average, and brown rice protein content was higher than that in 2000.
6. We demonstrated that the predictive value of plant growth and nutritional analysis well provided top-dressing nitrogen requirement for optimum grain number and was very useful for the stable rice production with high quality.