

水稻品種の栄養生理的特性に関する研究

第1報 品種の生理生態特性と基肥Nの反応性

古 山 芳 広† 南 松 雄†

STUDIES ON THE NUTRITIONAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE RICE VARIETIES IN HOKKAIDO

1. Effects of basal application of nitrogen

Yoshihiro FURUYAMA & Matsuo MINAMI

本道における水稻の主要な2品種「そらち」と「しおかり」の基肥Nに対する生理生態的応答性について比較検討した。「そらち」は「しおかり」に比し、Nの吸収力が強く、基肥Nの増施による穂数および葉面積の増大は容易であって、高温年においてはその有利性が発揮されるが、低温年では登熟面で不利である。「しおかり」は基肥N増施による収量の増加割合が高く、稈数生産能率も高い。しかし葉面積は「そらち」よりも小さく、炭水化物含量は低い。葉身のN濃度の高いことと受光態勢のよいことが、低温年においても安定した収量を上げ得るものと考えられる。また、最高収量を上げるための出穂期の葉身N濃度は「そらち」で2.8%、「しおかり」では3.0%前後と推定され、品種によって若干異なる。

I 緒 言

北海道では、従来水稻に対するNの施肥法は追肥なしの全量基肥主義が原則的に行なわれてきたが、昭和29年～31年の冷害が契機となって、いわゆるN分施肥法が採用され、天候に即応してN施用に弾力性を持たせ、しかも安全性を増す施肥法に変わり、このことが同時に、寒地水稻の生育調節方式をも加味した多収化方式へのスタートとなって、現在は、積極的な安定多収の施肥法としてNの後期追肥法が検討展開されつつある。

さらにまた、従来水稻に対するNの施肥法は、主として気候的、地帯的(土壌的)な面からのみ検討され、品種の生理生態特性を考慮したNの施肥技術に関する研究はほとんど皆無の状態であった。

一方、近年、米の需給情勢の変化にともなう、水稻生産の主体性が量より質へと転換し、米の品質、食味に対する要求度がとみに高まってきており、本道の作付品種も大きく変遷しつつある。このような情勢下で、高品質の米を生産する段階では、当然、品種の生理生態的特性を最大限に発揮できるようなNの施肥技術の重要度がきわめて大きいものと思われる。

そこで、著者らは本道の主要品種について、基肥Nおよび追肥Nに対する応答性を窒素吸収の動向と収量構成要素の関係、ならびに乾物生産、炭水化物代謝などの生理生態的特性から把握し、得られたパターンによってそれらの品種を栄養生理、生態的に分類できるかを検討している。

本報告では、まず同じ中生品種であって、草型の異なる「そらち」と「しおかり」の基肥Nに対する応答性について比較検討した結果を報告す

† 上川農業試験場

る。なお、本研究は昭和 43 年から 46 年に実施したものである。

II 試験方法

(1) 試験地および供試土壌

本試験は上川農試ほ場（黄褐色土壌・壤土マンガン型）において実施した。

層 序 (cm)	土性	T-N (%)	T-C (%)	C/N	腐植 (%)	CEC (me)	吸収係数 N	乾土 P ₂ O ₅	温度 上昇 効果
1 (0~12)	CL	0.49	6.46	13	11.1	27.4	357	1820	10.9
2 (12~19)	CL	0.43	5.62	13	9.7	28.8	564	1742	8.4

本土壌の表層は腐植にすこぶる富んだ火山灰質沖積土壌で、磷酸吸収係数が高く、また、約 50 cm 以下に砂礫層が出現し、排水佳良で窒素にレスポンスする度合の大きい土壌である。

(2) 供試品種および生育期節

中生品種「そらち」（穂数型）と「しおかり」（偏穂数型）を用いた。生育期節は下表のとおり。

年次	生育期節		移植期		幼穂形成期		出穂期		成熟期	
	そらち	しおかり	そらち	しおかり	そらち	しおかり	そらち	しおかり	そらち	しおかり
43 年	5.17	7.4	7.2	8.4	8.2	9.28	9.24			
44 年	5.19	7.14	7.12	8.14	8.8	10.3	10.1			
45 年	5.27	7.7	7.5	8.3	7.31	9.22	9.20			
46 年	5.26	7.12	7.10	8.9	8.6	9.27	9.25			

(3) N 施用量

43, 45 年は、N 0, 0.6, 0.8, 1.0 kg/a の 4 段階、44, 46 年は N 1.2 kg/a を加えて 5 段階とした。試験区面積は 1 区 15 m²、1 連制で行なった。

(4) 栽培条件

N はすべて硫酸を施用し、共通施肥量は、P₂O₅ ; 0.8 kg/a, K₂O ; 0.6 kg/a をそれぞれ過石と塩加にして施用した。栽植密度は 30 cm × 15 cm の 2 本植え (22.2 株/m²) とし、移植苗は 30~33 日苗を用いた。

(5) 分析方法

サンプルは 1 区 5~10 株を抜取り、95 °C で 30 分間熱風乾燥処理したのち、60 °C にて乾燥し、常法にて粉碎、分析に供した。分析方法は、T-N ; ケルダール法、全糖およびデンプン ; 80 % 熱アル

コール抽出後、残渣を過塩素酸にて抽出、いずれも Somogyi 法にて定量し、Glucose として表示した。

III 試験結果

1) 収量および収量構成要素

年次別の玄米収量および収量構成要素について第 1 表に示した。43, 45 年は高温年で高収量の年であったが、44 年は生育全般を通じて低温に終始し、遅延型の冷害年であった。また、46 年は減数分裂期における異常低温のため、「しおかり」は不稔粒が著しく多発し、「そらち」は登熟期間の低温寡照の影響を受けたため低収であった。したがって、第 1 表の平均値および変異係数は 43~45 年の 3 か年について算出した。

一般に、「そらち」は「しおかり」に比し、年次による収量変動が大きく、高温年においてはその収量は「しおかり」よりもまさるが、低温年では登熟不良のため減収する傾向が強い。また、「そらち」は低窒素条件でも穂数の確保が比較的容易であるが、「しおかり」に比して有効茎歩合が劣る。1 穂粒数の面では、「しおかり」の方が著しく多く、したがって m² 当りの総粒数も多く、かつ、N 用量を増すことによる増加度合が大きい。

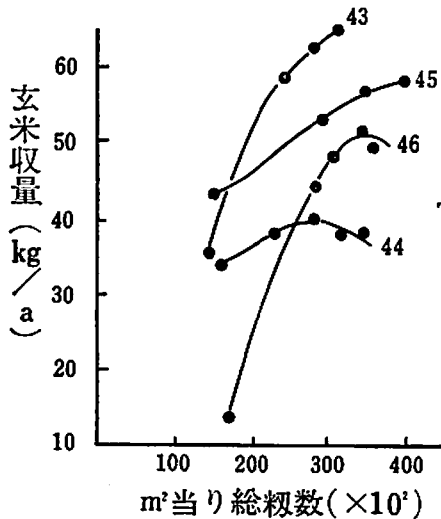
つぎに、玄米収量と m² 当り総粒数との関係は第 1 図のとおりで、「そらち」はいずれの年次においても曲線的な関係を示し、収量の上限に対応する m² 当り総粒数は 3.2~3.3 万粒と推定され、N 施用量としては N 0.8 kg/a が安定的である。一方、「しおかり」は N 用量にしたがってほぼ直線的に収量が上昇し、m² 当り総粒数との関係がより密接であり、収量の上限に対応する m² 当り総粒数は 3.8~4.0 万粒に相当し、N の適量も 1.0~1.2 kg/a と高い。このように、「しおかり」は「そらち」に比し、年次のいかに問わず、基肥 N 施用量の増施による収量上昇度合が高く、かつ、安定的である。一方、「そらち」は登熟期間の気象条件が良ければ、「しおかり」よりも多収性を示すのが特徴である。

また、両品種とも N 施用量を増すと m² 当り総

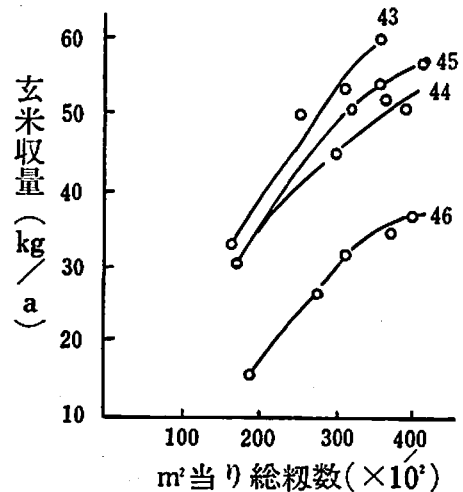
第1表 収量および収量構成要素の年次別対比

項目	年次 品種 N用量	そ ら ち						し お か り					
		43	44	45	46	43~45 平均値	43~45 C. V.	43	44	45	46	43~45 平均値	43~45 C. V.
玄 米 収 量 (kg/a)	N 0	35.2	35.5	37.2	12.7	36.0	3.0	32.0	28.2	30.7	18.0	30.3	6.4
	N 0.6	58.1	38.2	54.6	44.1	50.3	19.8	50.1	39.6	50.3	26.5	46.7	13.1
	N 0.8	62.1	40.9	56.5	48.2	53.2	19.5	52.1	44.0	53.9	31.9	50.0	10.6
	N 1.0	64.1	38.2	57.5	51.2	53.3	20.3	59.7	51.4	55.3	35.8	55.5	7.5
	N 1.2	—	38.1	—	48.9	—	—	—	49.8	—	36.7	—	—
穂 数 (本/m ²)	N 0	313	269	322	324	301	9.4	280	215	280	266	258	14.5
	N 0.6	482	362	475	444	440	15.3	411	322	420	400	384	14.1
	N 0.8	519	422	513	466	484	11.2	486	393	473	417	451	11.2
	N 1.0	584	460	519	493	521	11.9	517	444	484	471	482	7.6
	N 1.2	—	477	—	513	—	—	—	451	—	483	—	—
1 穂 粒 数	N 0	50.0	61.7	51.9	51.9	54.5	11.5	58.9	67.9	62.1	59.9	63.0	7.2
	N 0.6	51.0	65.7	63.2	64.3	60.0	13.1	62.0	73.0	76.0	67.4	70.3	10.5
	N 0.8	54.1	67.5	66.3	64.3	62.6	11.8	65.0	77.6	78.4	75.3	73.7	10.2
	N 1.0	53.0	70.2	73.6	68.0	65.6	16.8	69.0	82.7	84.9	78.5	78.9	10.9
	N 1.2	—	71.3	—	68.9	—	—	—	80.0	—	80.2	—	—
m ² 当たり総粒数 (×10 ²)	N 0	157	166	167	168	163	3.4	165	146	174	159	162	8.8
	N 0.6	246	238	300	285	261	12.9	255	235	319	269	270	16.3
	N 0.8	281	285	340	300	302	10.9	316	305	371	314	331	10.7
	N 1.0	309	323	382	335	338	11.5	357	367	411	369	378	7.6
	N 1.2	—	340	—	353	—	—	—	381	—	387	—	—
千 粒 重 (g)	N 0	23.4	23.5	22.2	20.0	23.0	3.1	20.2	21.6	19.2	19.9	20.3	5.9
	N 0.6	23.2	22.6	21.9	20.7	22.6	2.9	19.9	21.3	19.1	19.5	20.1	5.5
	N 0.8	22.9	21.4	21.8	20.6	22.0	3.5	19.1	21.3	18.9	19.5	19.8	6.7
	N 1.0	21.5	20.2	21.7	20.5	21.1	3.9	18.8	20.9	18.7	19.1	19.5	6.4
	N 1.2	—	20.3	—	20.5	—	—	—	20.5	—	19.2	—	—
登 熟 歩 合 (%)	N 0	—	83.0	96.2	33.5	—	—	—	90.7	95.9	43.4	—	—
	N 0.6	—	57.2	79.8	67.0	—	—	—	89.3	81.1	35.7	—	—
	N 0.8	—	48.9	76.6	70.6	—	—	—	85.5	78.3	35.8	—	—
	N 1.0	—	35.7	75.7	72.8	—	—	—	67.1	75.8	41.4	—	—
	N 1.2	—	35.4	—	72.7	—	—	—	65.2	—	41.6	—	—

I) そらち



II) しおか



第1図 玄米収量と総粒数の関係 (43~46年)

籾数の増加にともなう千粒重が軽くなるが、その程度は「しおかり」よりも「そらち」の方がより大きい。ただし、千粒重の絶対値は「そらち」の方が明らかにまさる。

2) N の吸収状況と収量構成要素

つぎに、出穂期における N の吸収状況が収量構成要素、とくに穂数と籾数におよぼす影響について第 2 表、第 2, 3 図に相関係数および回帰式を示した。すなわち、N 施用量による収量構成要素の増加度合についてみると、 m^2 当たり総籾数は N 吸収量と密接な関係をもち、両品種こみでは $r=0.952^{***}$ であるが、「そらち」よりも「しおかり」

の方がより相関係数が高く、同一 N 吸収量に対応する m^2 当たり総籾数も多い。一方、出穂期における葉身の N 濃度と総籾数の関係は、両品種こみでは $r=0.827^{***}$ であるが、「そらち」よりも「しおかり」の方が直線勾配が急である。このことは、第 3 図に示したように、N 濃度に対応する 1 穂籾数の増加度合が「そらち」よりも「しおかり」の方が著しく大きく、かつ絶対値も大きいことから理解できよう。

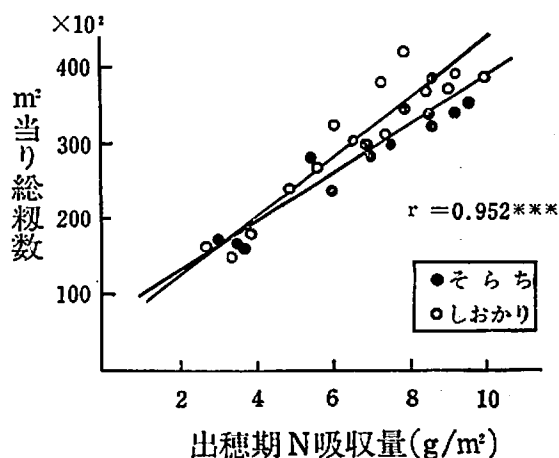
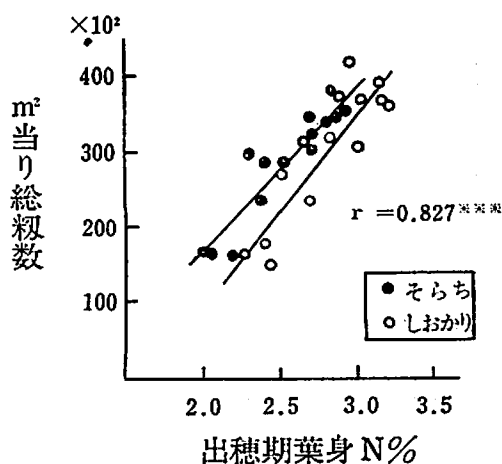
結局、「しおかり」は「そらち」に比して N 濃度が高いため、1 穂籾数の確保が容易である反面、穂数の確保は N 吸収量が制限となって「そらち」

第 2 表 出穂期の N 吸収状況と収量構成要素の相関表 (44~46 年)

相 関		そ ら ち		し お か り		全 体	
x	y	r=	回 帰 式	r=	回 帰 式	r=	回 帰 式
出穂期葉身 N %	m^2 当たり総籾数 ($\times 10^2$)	0.9011***	$y=209.6x-244.9$ ($x=0.00387y+1.43$)	0.8579***	$y=248.9x-399.0$ ($x=0.00295y+1.92$)	0.8274***	$y=198.6x-237.5$ ($x=0.00345y+1.66$)
	m^2 当たり穂数	0.8387***	$y=218.2x-118.4$ ($x=0.00322y+1.13$)	0.8155***	$y=230.5x-252.2$ ($x=0.00288y+1.67$)	0.6343***	$y=160.9x-15.2$ ($x=0.00250y+1.63$)
	1 穂 籾 数	0.8664***	$y=17.75x+20.07$ ($x=0.0423y-0.22$)	0.9032***	$y=22.28x+12.09$ ($x=0.0367y+0.07$)	0.9040***	$y=22.64x+9.42$ ($x=0.0361y+0.15$)
出穂期 N 吸収量 g/m^2	m^2 当たり総籾数 ($\times 10^2$)	0.9460***	$y=31.49x+73.13$ ($x=0.0284y-1.37$)	0.9782***	$y=38.62x+46.80$ ($x=0.0248y-0.88$)	0.9522***	$y=35.05x+59.70$ ($x=0.0258y-0.91$)
	m^2 当たり穂数	0.8892***	$y=33.12x+210.6$ ($x=0.0239y-3.62$)	0.8955***	$y=34.44x+169.2$ ($x=0.0233y-2.65$)	0.8773***	$y=34.12x+187.6$ ($x=0.0226y-2.71$)
	1 穂 籾 数	0.8893***	$y=2.609x+47.42$ ($x=0.3032y-12.97$)	0.8666***	$y=2.908x+55.56$ ($x=0.2582y-12.72$)	0.6955***	$y=2.670x+52.06$ ($x=0.1811y-6.01$)

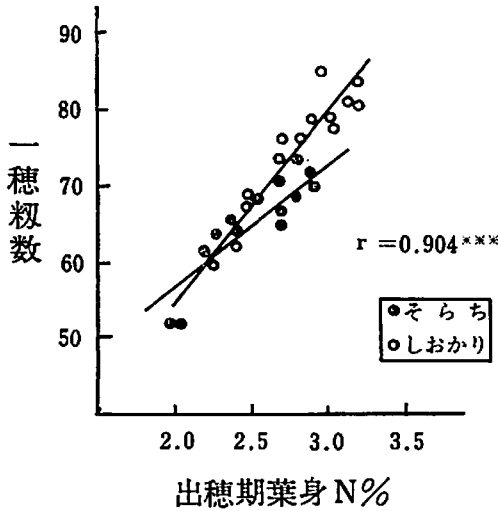
I) 出穂期葉身 N 濃度

II) 出穂期 N 吸収量



第 2 図 出穂期の N 吸収状況と m^2 当たり総籾数の関係 (44~46 年)

よりも劣るが、総粒数の面ではつねに優位に立つ



第3図 出穂期の葉身N濃度と1穂粒数の関係

第3表 出穂期N吸収量当たり粒数生産能率*

年次	品種	N吸収量(g/m ²)					
		5	6	7	8	9	10
44	そらち	42.4	40.7	39.3	38.3	37.6	36.9
	しおか	45.4	43.5	42.0	41.0	40.2	39.6
45	そらち	47.0	46.0	45.4	44.9	44.4	44.1
	しおか	49.8	51.3	52.4	53.1	53.8	54.3
44, 45	そらち	46.2	43.7	42.0	40.6	39.7	38.6
	しおか	48.0	46.5	45.3	44.5	43.8	43.3

* 粒数生産能率 = $\frac{\text{m}^2\text{当たり総粒数} \times 10^{-2}}{\text{m}^2\text{当たりN吸収量 g}}$

ものと考えられる。いま第3表のように、N吸収量と総粒数の回帰式から粒数の生産能率を算出すると、明らかに「しおか」の方がまさり、年次間では低温年よりも高温年が高く、N施用量の増加にともなう粒数生産能率の低下度合は「しおか」よりも「そらち」の方が大きい。

以上の結果を概括するとおおよそ、つぎのとおりである。

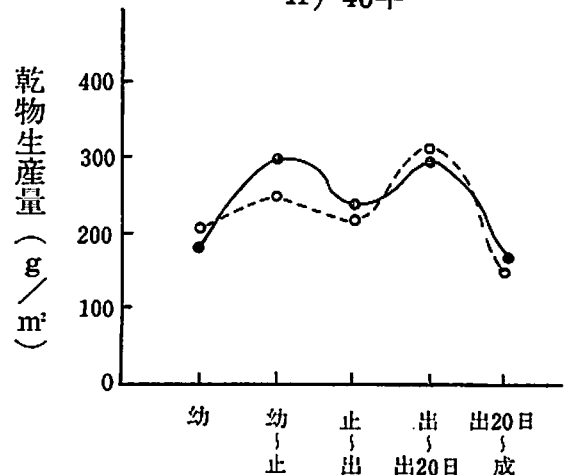
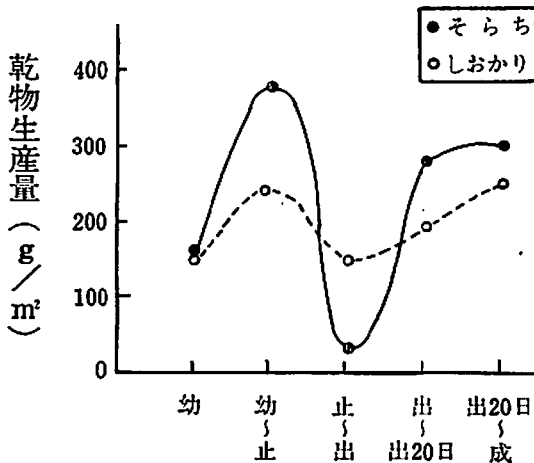
項目	品 種	そらち	しおか
総粒数の上限 (×10 ²)		360~380	390~410
総粒数の上限に対応する出穂期葉身 N %		2.8~2.9	3.1~3.2
総粒数の上限に対応する出穂期N吸収量 g/m ²		8.9~9.4	8.8~9.2
上限収量のN施用量 (kg/a)		0.8~1.0	1.0~1.2
上限収量の総粒数 (×10 ²)		320~330	380~400
上限収量の出穂期葉身 N %		2.6~2.7	3.0~3.1

3) N吸収と乾物生産量

第4図に示したとおり、時期別乾物生産量の間に明らかに品種間差が認められる。正常、かつ高収であった45年についてみると、幼形期～止葉期と出穂期以降における乾物生産量は「しおか」よりも「そらち」がまさり、止葉期～出穂期における乾物生産量は「しおか」の方が逆にまさる。一方、46年の場合は、45年に比して、品種間差が小さいが、これは全般に低温に経過したため、

I) 45年

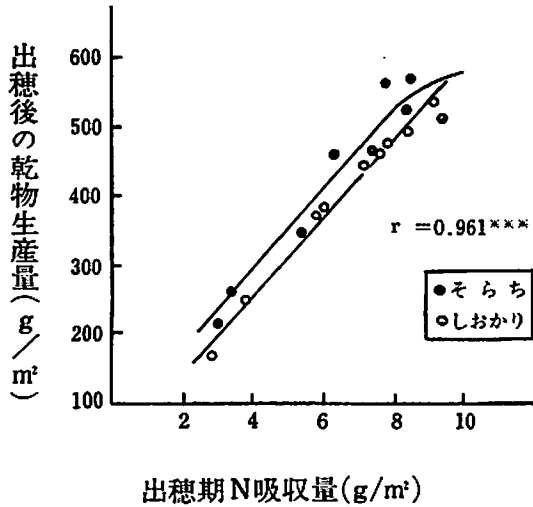
II) 46年



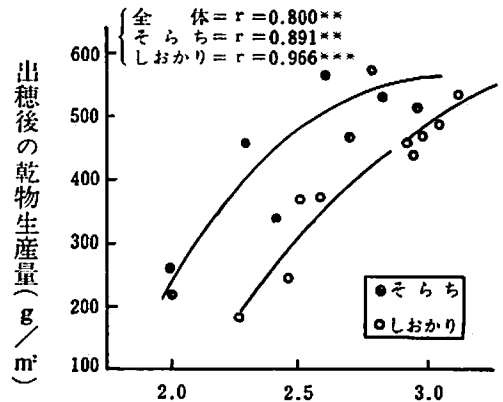
第4図 時期別乾物生産量の対比 (N 0.8 kg)

品種本来の特徴を十分に発揮しえなかったことと、不稔歩合が高く、乾物生産に影響を及ぼしたことが考えられる。しかし、両年とも出穂期以前の乾物生産量は「しおかり」よりも「そらち」の方が明らかに大きく、出穂後の乾物生産は温度、日照条件によってかなり流動的であるものと考えられる。

いま、出穂後の乾物生産量と出穂期におけるNの吸収状況との関係を45、46年について第5、6



第5図 出穂期のN吸収量と出穂後の乾物生産量の関係 (45,46)



出穂期葉身N%
第6図 出穂期の葉身N濃度と出穂後の乾物生産量の関係 (45,46)

第4表 葉面積および葉身長の対比 (46年)

項目		葉面積 指数 LAI	葉身重 LAI g/m ²	上位3葉身長* (cm)			
				L ₁ (止葉)	L ₂	L ₃	計
區別	N 0	1.95	37.9	18.9	29.8	29.7	78.4
	N 0.6	2.93	43.0	19.2	30.0	35.0	84.2
	N 0.8	3.65	43.6	19.1	31.4	35.0	85.5
	N 1.0	3.84	44.5	21.9	32.7	36.6	91.2
	N 1.2	4.33	45.7	23.1	36.7	36.9	96.7
し お か り	N 0	1.43	40.6	18.6	28.7	28.5	75.8
	N 0.6	2.80	42.9	19.3	29.8	34.9	84.0
	N 0.8	3.42	42.4	25.0	37.5	35.0	97.5
	N 1.0	3.66	43.2	25.3	39.4	35.7	100.4
	N 1.2	3.87	42.9	25.1	39.9	35.7	100.7

*主稈の平均値

第5表 葉身N吸収量当たり乾物生産能率 (45,46)

年次	品種	N用量	葉身N吸収量当たり乾物生産量 (g/g)			葉身N吸収量当たり乾物生産能率 (g/g/日)		
			出穂期	出穂20日後	〔出穂期〕	出穂期	出穂20日後	〔出穂期〕
			出穂20日後	成熟期	成熟期	出穂20日後	成熟期	成熟期
45	そらち	N 0	84	96	180	4.20	3.20	3.60
		N 0.6	81	100	181	4.05	3.33	3.62
		N 0.8	69	71	140	3.45	2.37	2.80
		N 1.0	39	72	111	1.95	2.40	2.22
	しおかり	N 0	139	4	143	6.95	0.13	2.86
		N 0.6	63	78	141	3.15	2.60	2.82
		N 0.8	56	69	125	2.80	2.30	2.50
		N 1.0	66	55	121	3.30	1.83	2.42
46	そらち	N 0	120	45	165	6.00	1.50	3.30
		N 0.6	75	49	124	3.75	1.53	2.48
		N 0.8	81	37	118	4.05	1.23	2.36
		N 1.0	82	38	120	4.10	1.27	2.40
		N 1.2	66	29	95	3.30	0.97	1.90
	しおかり	N 0	129	14	143	6.45	0.47	2.86
		N 0.6	86	49	135	4.30	1.63	2.70
		N 0.8	86	36	122	4.30	1.20	2.44
		N 1.0	81	30	111	4.05	1.00	2.22
		N 1.2	81	26	107	4.05	0.87	2.14

図に示した。すなわち、出穂後の乾物生産量と出穂期におけるN吸収量の間には、両品種こみで $r=0.961^{***}$ のきわめて高い相関関係が認められ、品種別では「しおかり」よりも「そらち」の方が若干乾物生産能率が高いものと思われる。さらに、出穂期の葉身のN濃度と乾物生産量の関係についてみると、両品種こみでは $r=0.800^{**}$ であるが、「しおかり」の方が「そらち」よりもN濃度との関係がより密接である ($r=0.966^{***}$)。

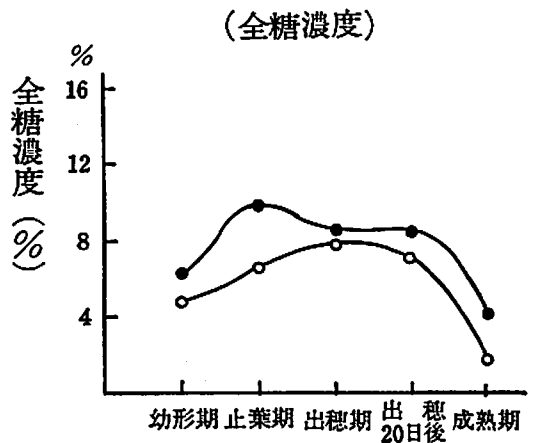
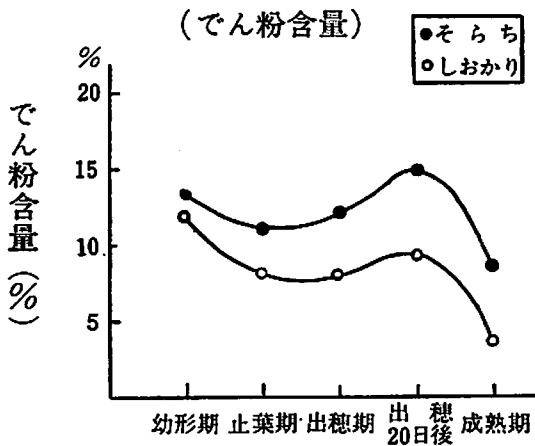
このことは、「そらち」は葉身のN濃度そのものよりもN吸収量、すなわち葉身重あるいはLAIが乾物生産の主体をなし、一方、「しおかり」はLAIの面では「そらち」よりも劣るが、葉身のN

濃度が高いことと葉身の受光態勢がよいことが、葉面積不足を補償しているものと考えられる。

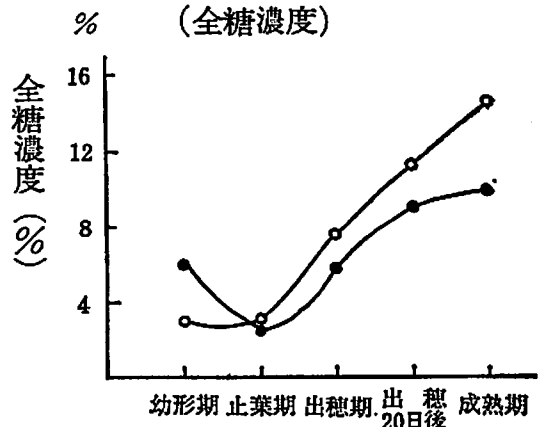
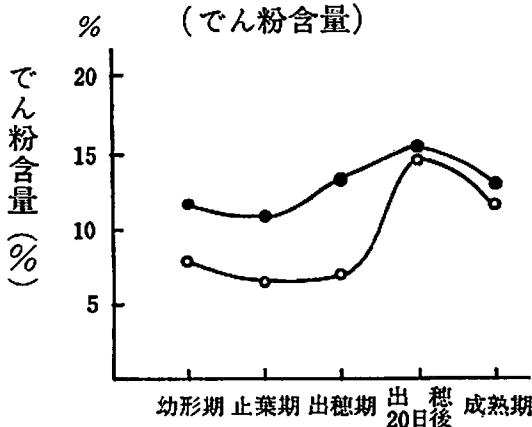
すなわち、葉面積と葉身のN濃度を加味した葉身のN吸収量に対応する乾物生産量を、葉身N吸収量当り乾物生産能率とすると第5表のとおりである。それによると、出穂後の乾物生産能率は高温年(45年)では「しおかり」よりも「そらち」の方が高く、低温年(46年)では品種間差が小さい。しかし、いずれの年次においても「そらち」ではN施用量を増すことによる乾物生産能率の低下度合が大きく、とくに、N 1.0 kg/a 以上では顕著である。

4) N吸収と炭水化物含量

I) 45年

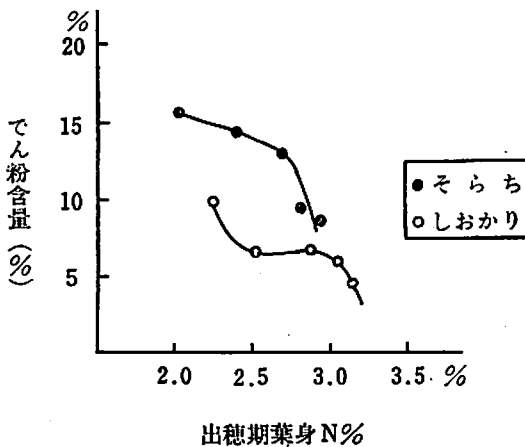


II) 46年



第7図 炭水化物含量の推移 (N 0.8 kg)

つぎに、炭水化物含量についてみると、第7図のように、明らかに品種間差が認められる。高温年(45年)の茎稈(葉鞘+稈)のでん粉含量および全糖濃度は、つねに「しおかり」よりも「そらち」の方がまさり、また、両品種とも出穂後20日目をピークとして、成熟期においては穂への転流の結果としてその含量が低下している。46年の場合は45年に比し、「しおかり」の全糖濃度が「そらち」よりも高く推移したが、これは不稔粒多発と低温による影響によるものであろう。いずれにしても、兩年を通じて炭水化物含量は「そらち」の方が「しおかり」よりもまさることは明らかである。



第8図 出穂期の葉身のN濃度がでん粉含量(茎稈)におよぼす影響(46年)

つぎに第8図にNの増施にともなう出穂期における葉身のN濃度に対応する茎稈中のでん粉含量の関係(46年)を示した。

両品種とも葉身のN濃度が高まるにしたがってでん粉含量が低下する傾向が認められ、でん粉含量を急激に低下させる葉身のN濃度は、「そらち」の方が「しおかり」よりも低い。すなわち、「そらち」の2.8%に対し、「しおかり」は3.0%に相当し、出穂期のN吸収量は両品種ともおよそ $8.0 \sim 8.5 \text{ g/m}^2$ 、Nの施用量としては、「そらち」は $\text{N } 0.8 \text{ kg/a}$ 、「しおかり」は $\text{N } 1.0 \text{ kg/a}$ 前後に相当する。これら出穂期の葉身のN濃度は、玄米収量の上限ともほぼ一致することから、出穂期の稲の体勢、とくに窒素の栄養状態が登熟

期間の炭水化物同化能力の強弱に重要な意義をもつものと考えられる。

IV 考 察

「そらち」と「しおかり」両品種の基肥N増施に対する生理生態的反応性は、年次、いわゆる気象条件によって異なる結果が得られたが、反面、年次による反応性の差異は、品種の本来の特性を現わしたものとみることができる。すなわち、「そらち」は登熟期間中の気象条件がよければ、少肥の段階でも葉面積の拡大と籾数の確保が比較的容易であり、結果的に多収を示す。しかし、その反面、基肥Nの増施による増収率は小さい。一方、「しおかり」は多肥に対して少肥ではN吸収量が少なく、葉面積も小さく、かつ籾数も少ないため低収であるが、多肥の段階では基肥Nの増施にともなう葉身のN濃度の高まりによる1穂籾数の増加度合が著しく、結局、総籾数は「そらち」よりもまさる。したがって、基肥Nの増施による収量の上昇度合が登熟性の優位と相まって大きい。また、玄米収量に対する最適総籾数は、高、低温年により若干異なるが、「そらち」では $3.2 \sim 3.3 \text{ 万粒/m}^2$ 、「しおかり」は $3.8 \sim 4.0 \text{ 万粒/m}^2$ で、吸収したNの籾数生産能率は明らかに「しおかり」の方がまさり、基肥N増施による籾数生産能率の低下度合も小さい。また、基肥Nの適量は「そらち」の $\text{N } 0.8 \sim 1.0 \text{ kg/a}$ に対し、「しおかり」は $\text{N } 1.0 \sim 1.2 \text{ kg/a}$ と高く、かつ、玄米収量および m^2 当り総籾数に対する葉身のN濃度の限界も高い。つまり、「しおかり」は「そらち」に比し、明らかに耐肥性が強いものと考えられる。

Nの吸収状況と籾数生産の関係についてみると、「そらち」は穂数の増加により、「しおかり」は穂数よりも1穂籾数の増加によって総籾数を確保している。すなわち、N吸収量の多い「そらち」は穂数の増加面に、葉身のN濃度の高い「しおかり」は1穂籾数の増加面に、より依存しているものと考えられる。これは「しおかり」が「そらち」よりも葉身のN濃度が高く推移し、1穂籾数の増加面に有利に働いているものと思われる。

さらに、出穂期におけるN吸収量当りの籾数生

産能率が、「そらち」よりも「しおかり」の方が高いことは、「しおかり」では総収量に対するN吸収量が少なく、「そらち」は逆に総収量に対するN吸収量が多いことを示している。これは、葉面積の大小あるいはN吸収量の大小が乾物生産量の大小を決定する主要因であるとすれば、収数とN吸収量との量的関係は、収数と乾物生産量の大小としてとらえることができる。すなわち、「しおかり」は収数に対応する乾物生産量が小さく、「そらち」は大きいということになる。事実、第6図に示したように、出穂後の乾物生産量は出穂期のN吸収量と高い相関関係が示されており、かつ、茎稈中の炭水化物含量の大小に端的に示されている。このことは、「しおかり」の千粒重が、いずれの年次においても「そらち」に比しかなり小さいことを裏づけるものと考えられる。「しおかり」の場合、千粒重の絶対値が小さく、基肥N増施にともなう千粒重の減少度合が小さいことの理由は、もみがらの大小に規制されていると考えた方が無理がない。このことは、玖村ら³⁷⁾¹³⁾によって示されているように、もみがらの大小は1えい花当りの炭水化物含量によって決定されることから、炭水化物含量の少ない「しおかり」は収数が多い反面、もみの容量が小さいものと推定される。

つぎに、出穂後の乾物生産量についてみると、出穂後の乾物生産量は両品種とも出穂期における地上部N吸収量あるいは葉身のN吸収量と、換言すれば、葉面積などの稲の体勢と登熟期間の温度、日照などの関連によってほぼ決定される³⁹⁾¹⁹⁾。葉身のN吸収量当り乾物生産能率は、高温年(45年)では「しおかり」よりも「そらち」の方が高く、品種間差が認められるが、「そらち」では基肥N施用量を増すことによる乾物生産能率の低下度合が大きく、とくにN1.0kgでいちじるしい。このことは、多窒素条件においては葉面積の拡大による相互遮蔽がおこり、同化能率が低下することを示している。いま、「そらち」と「しおかり」の最適葉面積指数がどのくらいかを考えてみると、収量的にみて46年では両品種とも3.8前後である。また45年においては、葉身

重と葉面積が高い相関関係($r=0.987^{***}$, $y=0.023x+0.41$)を示すことから²⁾、回帰式によって求めると、「そらち」は4.0、「しおかり」は3.7である。しかし、「しおかり」の収量は上限に達していないのでその適量はさらに高いものと推定される。結局、両品種とも4.0前後になるものと推定されるが、最適葉面積指数の決定についてはさらに検討を要する。

田中ら¹⁷⁾は、北海道における歴代基幹品種の同化能力などの変遷について検討し、個体同化能力にも、また乾物生産量にも大差がなく、孤立個体としては、これらの能力に品種間差異がないとし、群落同化能力、乾物生産能力の差は草型の品種間差によることを示している。本研究においては、松島ら⁶⁾も指摘している葉身長と葉の配列など、草型と受光態勢に関する検討が不充分であるが、葉面積指数の大小に関するかぎり、多肥条件においては「そらち」よりも「しおかり」の方が受光態勢がよいものと推察される。

また、品種の光合成能力と耐肥性について種々研究されているが¹¹⁾¹²⁾¹⁵⁾、武田ら¹⁵⁾¹⁶⁾は、個体同化能力は葉面積の大小に規制されること、また多肥による葉面積の増大にともなう相互遮蔽による群落同化能力の低下度合は、耐肥性品種が非耐肥性品種よりも小さいことなどを指摘している。

すなわち、「そらち」と「しおかり」の群落同化能力の差異は葉面積の大小に起因するものと考えられるが、「そらち」は葉面積が大きく、反面葉身のN濃度は低い、多肥条件で乾物生産能率が劣るのは葉面積の増大による受光能率の悪化と考えられる。一方、「しおかり」は「そらち」よりも葉面積が劣る反面、葉身のN濃度が高い点が乾物生産に対し有利に働いているものと考えられる。葉身のN濃度が光合成能力と密接な関係をもつことは、すでに種々報告されている¹⁴⁾¹⁸⁾が、「そらち」は基肥Nを減肥し、葉面積を適度に保ち、葉身のN濃度の低下をN追肥によって高めることが施肥技術面で効果的であると思われる。

一方、「しおかり」はN濃度が相対的に高いために追肥Nに対する反応性は「そらち」よりも小さいものと考えられる。このことは、すでに別

報りで報告し、ある一定の葉身N濃度以下であれば追肥効果が認められることを明らかにした。すなわち、基肥N増施にともなう出穂後の乾物生産量に対する葉身N濃度の上限は品種によって若干異なるが、ほぼ2.8~3.0%前後であったが、追肥Nの場合にはほぼ3.0~3.2%前後で、基肥Nにおける結果よりも若干高い傾向が認められたがいちじるしい差異ではない。したがって、ほぼ3.0%前後が乾物生産に対する出穂期の葉身の限界濃度であって、この数値は低、高温年、あるいは品種によって若干異なるものと思われる。

V 要 約

本道の代表的な2品種、「そらち」と「しおかり」の基肥Nに対する生理生態的反応性について、43~46年にわたって比較検討した結果を要約するとつぎのとおりである。

- 1) 「そらち」は「しおかり」に比し、年次による収量変動が大きく、高温年においては「しおかり」よりも多収性を示すが、低温年では登熟不良のため減収しやすい。基肥Nの適量は「しおかり」のN1.0~1.2 kg/aに対し、「そらち」はN0.8~1.0 kg/aで低い。
- 2) 最高収量を上げたときの m^2 当り総粒数は、「そらち」の3.2~3.3万粒に対し、「しおかり」は3.8~4.0万粒であり、また、「しおかり」の玄米収量は「そらち」よりも総粒数との関係がより密接である。
また、千粒重は「しおかり」よりも「そらち」の方が重いが、粒数の増加による千粒重の低下割合は「そらち」の方が大きい。
- 3) m^2 当り総粒数と出穂期の葉身のN濃度との間に $r=0.827^{***}$ 、地上部のN吸収量との間に $r=0.952^{***}$ の高い相関が認められ、「しおかり」の方が「そらち」よりもN吸収量当りの粒数生産能率が高い。
- 4) m^2 当り総粒数の大小は、「しおかり」ではN濃度の高まりによる1穂粒数の増加によって、また、「そらち」はN吸収量の増加による穂数の増加に、より支配される度合いが強い。
- 5) 出穂後の乾物生産量は出穂期におけるN吸収

量による影響がきわめて大きい ($r=0.961^{***}$)。乾物生産能率は「しおかり」よりも「そらち」の方が高く、その差異は葉面積の大小に起因する。しかし、「しおかり」は「そらち」に比して葉面積では劣るが、葉身のN濃度の高いことが同化能力に有利に働いている。

- 6) 茎稈(葉鞘+稈)の炭水化物含量は「しおかり」よりも「そらち」の方がつねに高く推移し、乾物生産量の大小と対応する結果を示し、また、両品種とも出穂期におけるでん粉含量は葉身のN濃度と負の関係を示すが、「そらち」では2.8%、「しおかり」では3.0%前後で急激にでん粉含量が減少する。
- 7) 出穂期までに作られた稲の体勢、とくに葉面積と窒素の栄養状態が登熟期間の炭水化物同化能力を支配しているものと考えられ、品種間差もこれらの差異の結果として反映するものと考えられる。

引用文献

- 1) 古山芳広、南 松雄、1972；水稻品種の栄養生理的特性に関する研究、第2報、品種の生理生態特性と追肥Nの反応性、土肥要旨集、18、110。
- 2) 北海道立上川農試、1972；土壌肥料に関する試験成績書、19。
- 3) 玖村敦彦、1956；水稻における葉身の窒素濃度が収量構成要素に及ぼす影響、日作紀、24。
- 4) 松島省三、1957；水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究、農研報告、A5、1-271。
- 5) ———、1958；水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究、第9報、水稻登熟機構の研究、日作紀、27、201~203。
- 6) ———、田中孝幸、星野孝文、1966；水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究、第73報、過繁茂の場合における稲体の受光態勢による登熟歩合診断の研究、日作紀、34、25~29。
- 7) 松浦欣哉、岩田忠寿、長谷川毅、1969；水稻の深層追肥の効果に関する研究、日作紀、38、215-221。
- 8) 村田吉男、長田明夫、1958；水稻の光合成に関する研究、第10報、水稻品種の光合成特性と乾物生産、日作紀、27、12~14。
- 9) 村山 登、塚原貞雄、吉野 実、1961；水稻の生育に伴う炭水化物の集積移行過程の諸型式について、

土肥誌, 32, 323~327.

- 10) 野崎倫夫, 菅原哲二郎, 高島良哉, 1960; 水稻収量予測のための基礎的研究, 第7報, 出穂期における収量予測要因の検討, 日作紀, 29, 207~209.
- 11) 長田明夫, 村田吉男, 1961-a; 水稻品種の光合成と耐肥性に関する研究, 第1報, 中生品種の光合成と耐肥性に関する研究, 日作紀, 30, 220~222.
- 12) ———, ———, 1961-b; 同上, 第2報, 早生品種の光合成と耐肥性に関する研究, 日作紀, 30, 224~226.
- 13) 佐藤 庚, 1969; 稲の穂殻の大きさの意義について, 日作紀, 37, 454.
- 14) 武田友四郎, 次村敦彦, 1959-a; 水稻における収量成立過程の解析, 第3報, 窒素と日射の複合条件が水稻の同化呼吸及び物質生産に及ぼす影響, 日作紀, 28, 175~178.
- 15) ———, ———, 1959-b; 同上, 第5報, 水稻品種の耐肥性並びに非耐肥性の解析, 日作紀, 28, 179~181.
- 16) ———, ———, 1960; 同上, 第6報, 物質生産における最適葉面積とその意義について, 日作紀, 29, 31~33.
- 17) 田中 明, 山口淳一, 島崎佳郎, 柴田和博, 1968; 草型よりみた北海道における水稻品種の歴史的変遷, 土肥誌, 39, 526~534.
- 18) 津野幸人, 清水 強, 1962; 主要作物の収量予測に関する研究, IV 登熟期における水稻光合成能力と葉身窒素含量との関係について, 日作紀, 30, 325~328.
- 19) 山田 登, 太田保夫, 櫛渕欽也, 1957; 水稻の登熟に関する研究, 第1報, 登熟における窒素の役割について, 日作紀, 26, 111~115.

Summary

“Sorachi” and “Shiokari” (medium-maturing varieties of rice grown in Hokkaido) were grown under various levels of nitrogen, and the effects of nutrient on the yield components, dry matter productivity, and nitrogen and carbohydrate contents of the rice plants were studied comparing with both varieties, in 1968-1971.

The results were summarized as follows;

- 1) The annual variations on yield of

“Sorachi” under each level of nitrogen was greater than that of “Shiokari”. Under high level nitrogen, “Sorachi” showed high-yielding ability in the year of high temperature condition, but decreased remarkably in grain yield by deterioration of ripening in the year of low temperature condition.

The optimum application rate of nitrogen proved to be N 0.8-1.0 kg/a in “Sorachi”, and N 1.0-1.2 kg/a in “Shiokari” respectively.

- 2) The total number of spikelets when produced the highest yield was estimated to be 32-33 thousands per m² in “Sorachi”, and 38-40 thousands per m² in “Shiokari” respectively, and the grain yield of “Shiokari” correlated closely with the total number of spikelets.

And moreover, the weight of 1,000 grains of “Sorachi” was heavier than that of “Shiokari”, but the decreasing rate of 1,000 grains with increasing of number of spikelets was more remarkable.

- 3) Among both varieties, high correlation coefficient was recognized between the total number of spikelets per m² at heading stage and the nitrogen content in blades ($r=0.827^{***}$), also the amounts of nitrogen uptaken in top ($r=0.952^{***}$).

“Shiokari” had high productive efficiency of spikelets per total nitrogen uptaken as compared with “Sorachi”.

- 4) The increase of total number of spikelets at “Shiokari” was mainly under the control of the increase of the number of spikelets per ear, and the increase of the number of panicles at “Sorachi”.

The increase of number of spikelets per ear was dominantly due to high concentration of nitrogen in blades at “Shiokari”.

- 5) The productive amount of dry matter after the heading stage was subjected to the

amount of nitrogen uptaken until heading stage ($r=0.961^{***}$), and the efficiency of dry matter production after heading stage of "Sorachi" was higher than that of "Shiokari". These differences were caused in the leaf area index. "Shiokari" was inferior in the leaf area index to "Sorachi", but was superior in the carbon assimilation on account of high concentration of nitrogen in blades at heading stage to "Sorachi".

6) As compared with the carbohydrate contents in the sheath and stem of the two varieties, "Sorachi" changed usually at a higher contents than that of "Shiokari". Among both

varieties, negative correlation was recognized between the concentration of nitrogen in blades and the starch contents in the sheath and stem at heading stage, and the starch contents was decreased rapidly with increasing of nitrogen contents over 2.8% at "Sorachi", and 3.0% at "Shiokari".

7) From these facts, it was supposed that the difference of photosynthetic ability in the ripening period among rice varieties was subjected to the light-receiving form of rice plant, formed until heading stage, as such leaf area and condition of nitrogen nutrient.