

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窒素の反応性

古 山 芳 広[†] 南 松 雄[†]

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

2. Response to split application of nitrogen fertilizer

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」の追肥窒素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」よりも追肥窒素に対する増収率が高く、しかも、その増収率は高温年よりもむしろ低温年の方が高い。また、基準窒素量を $N\ 0.8\text{ kg/a}$ とした場合、両品種とも低温年においては分施方式 ($N\ 0.6\text{ kg}+0.4\text{ kg}$) がまさる傾向が認められ、高温年においては追肥方式 ($N\ 0.8\text{ kg}+0.2\text{ kg}$) がまさった。追肥時期については、幼形期追肥は粒数増加に、止葉期追肥は葉身の窒素濃度を高め、かつ登熟期における葉の老化を抑制し登熟性の向上面に寄与する。また、玄米収量の上限に対応する出穂期の葉身の窒素濃度は「そらち」の2.8~3.0%に対し、「しおかり」は3.2~3.4%と高い。

緒 言

著者らは本道の主要な水稻品種について、施肥窒素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品種を栄養生理、生態的に分類できるか否かを検討し、品種特性に立脚した窒素の施肥法を明らかにしようとしている。前報¹⁾においては同じ中生品種で草型の異なる「そらち」と「しおかり」の基肥窒素に対する応答性について検討し、「そらち」は「しおかり」に比し窒素の吸収力が強く、基肥窒素の増施による粒数およ

び葉面積の増大は容易であり、高温年においてはその有利性が発揮されるが、低温年においては登熟面で劣ること、一方「しおかり」は基肥窒素増施による収量の増加度合が高く、吸収した窒素の粒数生産能率も高いことを明らかにした。また、これら品種の玄米収量に対する基肥窒素の適量は「そらち」の $N\ 0.8\sim 1.0\text{ kg/a}$ に対し、「しおかり」は $N\ 1.0\sim 1.2\text{ kg/a}$ と高いことを確認した。

さらに、出穂後の乾物生産量は「しおかり」では葉面積の総量に、一方「そらち」は出穂期以降の葉身のN濃度に支配される面が強いことを指摘し、窒素の分追肥の反応性は「しおかり」よりも高いものと考えた。

[†] 上川農業試験場

そこで、本報告では、上記2品種を用いて基肥窒素の異なる条件下において追肥窒素に対する応答性について比較検討した結果を報告する。なお、本研究は昭和43年から47年に実施したものの集約である。

試 験 方 法

(1) 試 験 地

本試験は前報同様に、上川農試圃場（黄褐色土壌、壤土マンガン型）において実施した。

(2) 供試品種および生育期節

前報同様に、「そらち」（穂数型）と「しおかり」（偏穂数型）を用いた。N 0.8kgの生育期節

は第1表のとおりであり、窒素追肥は N 0.8kgの生育期節に従って施用した。

(3) 試験区の構成

窒素追肥の時期を幼穂形成期および止葉抽出期の2時期とし、基肥 N 0.6 および 0.8kg/a にそれぞれ 0.2, 0.4kg/a の追肥区を設定した。なお、参考区として基肥窒素 0.6, 0.8, 1.0 kg/a の3区を併置した。各年次別の試験区構成は第2表のとおりである。

試験区面積は 1区 14m²、2連制で行なった。

(4) 栽培条件および分析方法

栽培条件および分析方法はすべて前報に準じた。

第 1 表 年次別生育期節（基肥 N0.8kg 区）

年 次	生育期節 品 種	移 植 期		幼穂形成期		止葉抽出期		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
昭 和 43 年		月 日 5.17		月 日 7. 4	月 日 7. 2	月 日 7.24	月 日 7.21	月 日 8. 4	月 日 8. 2	月 日 9.28	月 日 9.24
〃 44 〃		5.19		7.14	7.12	7.29	7.25	8.14	8. 8	10. 3	10. 1
〃 45 〃		5.27		7. 7	7. 5	7.26	7.22	8. 3	7.31	9.22	9.20
〃 46 〃		5.26		7.12	7.10	7.30	7.28	8. 9	8. 6	9.27	9.25
〃 47 〃		5.26		7.12	7. 7	7.28	7.24	8. 6	8. 3	9.24	9.21

第 2 表 年 次 別 試 験 区 構 成

試 験 区 別	試 験 年 次				
	43年	44年	45年	46年	47年
N 0.6 kg 基 肥	○	○	○	○	○
N 0.8 kg 〃	○	○	○	○	○
N 1.0 kg 〃	○	○	○	○	○
N 0.6kg 基肥+幼形期 0.2kg 追肥	○	—	○	○	○
〃 + 〃 0.4kg 〃	○	○	○	○	○
〃 +止葉期 0.2kg 〃	○	○	○	○	○
〃 + 〃 0.4kg 〃	○	○	○	○	○
N 0.8kg 基肥+幼形期 0.2kg 追肥	○	○	○	○	○
〃 + 〃 0.4kg 〃	—	—	—	○	○
〃 +止葉期 0.2kg 〃	○	○	○	○	○
〃 + 〃 0.4kg 〃	—	—	○	○	○

試 験 結 果

(1) 収量および収量構成要素

各年次の玄米収量を第3表に、不穏歩合については第4表に示した。まず、各年次の気象条件からみると、43, 45, 47年は高温年で高収量の年であり、44年は生育期節に示したとおり、生育全般を通じて低温に終始したため、両品種とも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によって、「しおかり」では50~60%の不稔粒が発生し、典型的な障害型冷害となり、一方、「そらち」の障害の程度は「しおかり」よりも軽いが20%前後の不穏歩合を示し、なおかつ、登熟期の低温の影響を受け遅延型冷害の様相を呈

した。したがって、第3表の玄米収量の平均値の算出に当っては46年の「しおかり」を除いた。

過去5カ年（「しおかり」については4カ年）の玄米収量比の平均値についてみると、基肥窒素増施による増収率は「そらち」よりも「しおかり」の方が高いが、窒素の分追肥による増収率は「そらち」の方が明らかに高い。

基肥窒素と追肥窒素の組合せ効果についてみると、両品種とも追肥時期のいかに問わず、基肥 N 0.6 kg に対しては 0.2 kg よりも 0.4 kg 施用した方が収量的にまさる傾向が認められる。一方、基肥 N 0.8 kg に対しては試験年次が少ないため一概には断定できないが、止葉期追肥については 0.2 kg で十分と思われるが、幼形期追肥は

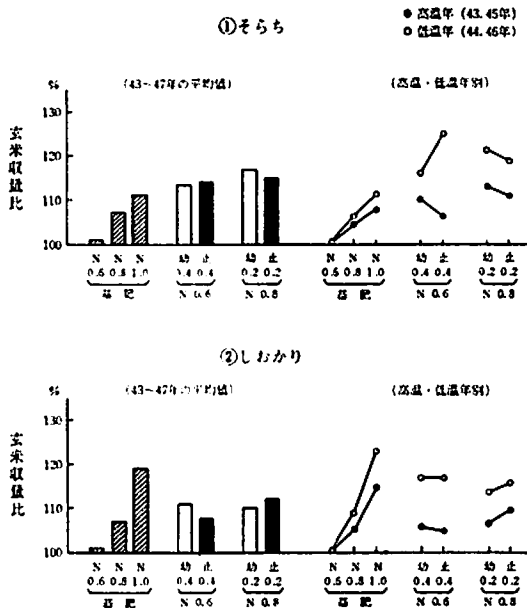
第 3 表 玄 米 収 量 の 年 次 別 対 比

区 別			玄 米 収 量 (kg/a)					平 均 値 (kg/a)		
			43年	44年	45年	46年	47年	43.45 (高温年)	44.46 (低温年)	平均 (43~47)
そ ら ち	基 肥	N 0.6	58.1	38.2	54.6	42.3	55.1	56.4	40.3	49.7
		N 0.8	62.1	40.9	56.5	44.5	62.1	59.3	42.7	53.2
		N 1.0	64.1	38.2	57.5	51.2	64.9	60.8	44.7	55.7
	追 肥	N 0.6 + 幼 0.2	61.9	—	54.8	48.0	60.6	58.4	—	56.3
		〃 + 幼 0.4	64.6	41.9	58.7	51.2	62.2	61.7	46.6	55.7
		〃 + 止 0.2	59.0	48.7	58.9	42.6	61.0	59.0	46.9	54.0
		〃 + 止 0.4	59.5	54.1	60.3	45.1	58.8	59.9	49.6	55.6
		N 0.8 + 幼 0.2	66.9	46.4	60.3	50.9	64.8	63.6	48.5	62.2
		〃 + 幼 0.4	—	—	—	53.8	66.9	—	—	60.4
		〃 + 止 0.2	63.5	48.7	61.5	46.7	63.0	62.5	47.7	56.7
		〃 + 止 0.4	—	—	60.9	47.5	58.3	—	—	55.6
	し お か り	N 0.6	50.1	39.6	50.3	25.6	53.1	50.2	32.6	48.3
		N 0.8	52.1	44.0	53.9	27.1	55.6	53.0	35.6	51.4
		N 1.0	59.7	51.4	55.3	29.8	63.0	57.5	40.6	57.4
	追 肥	N 0.6 + 幼 0.2	51.0	—	52.7	24.1	54.6	51.9	—	52.8
		〃 + 幼 0.4	53.5	52.8	52.4	25.6	57.7	53.0	39.2	54.1
		〃 + 止 0.2	52.4	—	—	24.6	54.4	—	—	53.4
		〃 + 止 0.4	52.9	51.1	51.6	26.8	51.3	52.3	39.0	51.7
		N 0.8 + 幼 0.2	53.9	50.7	53.0	25.6	58.8	53.5	38.2	54.1
		〃 + 幼 0.4	—	—	—	27.0	60.6	—	—	—
		〃 + 止 0.2	54.1	50.3	56.3	26.8	56.7	55.2	38.6	54.4
		〃 + 止 0.4	—	—	56.6	26.8	55.6	—	—	56.1

第4表 年次別の不稔歩合

(%)

試験区別	品種 年次	そ ら ち					し お か り				
		43年	44年	45年	46年	47年	43年	44年	45年	46年	47年
基 肥	N 0.6	2.6	7.9	13.0	20.3	5.8	2.9	3.7	10.4	50.4	4.4
	N 0.8	2.7	8.8	10.9	20.5	5.3	1.6	5.4	11.1	58.2	4.3
	N 1.0	2.3	12.3	16.3	21.5	6.1	1.9	5.9	10.0	63.4	7.1
追 肥	N0.6+幼0.2	3.6	—	10.0	21.3	6.7	4.9	—	6.8	64.6	5.2
	× +幼0.4	3.4	10.7	16.1	23.0	6.3	2.8	5.7	6.3	61.1	9.0
	× +止0.2	2.3	11.5	12.8	18.9	5.1	1.9	—	6.2	55.4	3.6
	× +止0.4	3.5	9.5	10.4	21.5	7.0	2.2	4.9	5.2	55.9	4.7
肥	N0.8+幼0.2	3.5	9.9	12.2	18.1	5.3	2.8	7.3	10.8	59.2	8.0
	× +幼0.4	—	—	—	19.7	5.4	—	—	—	59.1	8.8
	× +止0.2	3.1	10.6	13.8	23.0	7.0	3.8	5.8	7.6	56.1	5.1
	× +止0.4	—	—	10.8	19.6	5.9	—	—	9.5	63.0	5.3



第1図 品種別および年次別の玄米収量におよぼす窒素の追肥効果

(注) 玄米収量比は基肥 N0.6kg を100とした数値

0.4kg でも増収の可能性がありそうである。

つぎに、これら窒素分追肥の組合せのうち、各年次に共通な試験区、すなわち、窒素施用量の合計が 1.0kg になる N 0.6kg+0.4kg 区と N0.8+0.2kg 区の2処理について、高、低温年別にそ

の増収率を対比してみると第1図のとおりである。高温年は43年と45年、低温年は44年と46年のそれぞれ2カ年の平均値として示し、いま基肥窒素の基準量を 0.8kg とし、前者を分施方式、後者を追肥方式と名づけることにした。

これによると、窒素の分追肥による増収率は両品種とも高温年よりもむしろ低温年の方が高い傾向が認められる。また、両方式を比較すると高温年においては両品種とも追肥方式がまさり、「そらち」では幼形期追肥が、「しおかき」ではむしろ止葉期追肥の方がややまさる。一方、低温年においては、両品種とも分施方式がまさる傾向が認められ、「そらち」では、平均値でみるかぎり止葉期追肥がよく、「しおかき」では追肥時期の差異が認められない。しかし、「そらち」の場合、厳密には、44年の止葉期追肥の増収率がいちじるしく高く、46年の場合は逆に幼形期追肥がまさる傾向を示しており、両年を一括して論ずることは出来ないが、冷害年においてもなお追肥効果が高いことは注目し値する。

つぎに収量構成要素についてみると、まず穂数および総粒数について第5表と第6表に示した。止葉期追肥については穂数および粒数の見るべき増加が認められず割愛し幼形期追肥についてのみ

第 5 表 m² 当り 穂 数 の 年 次 別 対 比

区 別			m ² 当り穂数 (本)					平 均 値 (本)					
			43年	44年	45年	46年	47年	43.45 (高温年)		44.46 (低温年)		̄ (43~47)	
								穂数	比	穂数	比	穂数	比
そ ら ち	基 肥	N 0.6	482	362	475	433	417	479	100	398	100	434	100
		N 0.8	519	422	513	458	428	516	108	440	111	468	108
		N 1.0	584	460	579	493	503	582	122	477	120	524	121
	追 肥	N 0.6 + 幼 0.2	546	—	511	456	468	528	110	—	—	495	114
		〃 + 幼 0.4	546	460	542	500	491	544	114	480	121	508	117
		N 0.8 + 幼 0.2	531	466	562	498	504	547	114	482	121	512	118
		〃 + 幼 0.4	—	—	—	513	506	—	—	—	—	510	118
し お か り	基 肥	N 0.6	411	322	319	416	366	365	100	369	100	367	100
		N 0.8	486	393	371	451	380	429	118	422	114	416	113
		N 1.0	517	444	411	471	397	464	127	458	124	448	122
	追 肥	N 0.6 + 幼 0.2	468	—	332	436	362	400	110	—	—	399	109
		〃 + 幼 0.4	522	393	397	451	424	460	126	422	114	437	119
		N 0.8 + 幼 0.2	502	415	365	473	404	434	119	444	120	432	118
		〃 + 幼 0.4	—	—	—	476	440	—	—	—	—	458	125

(注) 比は N 0.6kg を 100 とした値。

表示した。

・幼形期追肥による総穂数の増加は、両品種とも一穂穂数よりも穂数の増加に起因しており、窒素の分追肥による総穂数の増加率は、追肥窒素の量については 0.2kg よりも 0.4kg の方が高く、同一追肥量でみると基肥 N 0.8kg に対する追肥よりも N 0.6kg に対する追肥の方が高い。また、品種別にみると「そらち」の方が「しおかり」よりも増加率が高い。すなわち、基肥に対する増加率からみると、追肥によって基肥窒素を増施した場合にはほぼ近い穂数を確保できるものと考えられ、この傾向は「しおかり」よりも「そらち」の方がより強いものと解される。一方、高・低温年を比較すると必ずしも低温年の穂数が少いとは言えず、両品種とも 46 年の低温年においては 45 年の高温年について穂数が多いのが特徴であり、追肥による穂数増加も顕著である。このことは低温年である 46 年の「そらち」の幼形期追肥が止葉期追肥よりもまさる理由と考えられる。すなわち、不稔粒の発生量が多い不利な面を補償したものと解

される。

つぎに登熟性におよぼす効果についてみると、千粒重および登熟歩合の年次別対比をそれぞれ第 2 図および第 3 図に示した。

両品種とも、幼形期追肥は無追肥に比べて千粒重および登熟歩合の低下をきたすが、少なくとも基肥窒素増施よりもその低下度合が小さい。登熟歩合低下の一要因として不稔歩合の大小が考えられるが、第 2 表に示したとおり、年次による不稔歩合の差異は著しく大きい、基肥施用量および追肥処理による不稔歩合の増加程度には必ずしも一定の傾向が認められず、幼形期追肥の場合においても基肥区より若干増加する傾向を示すのみである。従って、年次間差は別として、処理による登熟歩合の低下は不稔歩合の大小よりも穂数の多少と千粒重の關係に帰着するものと思われる。一方、止葉期追肥は明らかに登熟歩合の向上と千粒重を増す傾向が認められ、この傾向は追肥方式よりも分施方式の方が強い。また、高・低温年別にみた場合、低温年における窒素の分施方式の効果

第 6 表 m² 当り総粒数の年次別対比

区 別			m ² 当り総粒数 (×10 ³)					平 均 値 (×10 ³)					
								43.45 (高温年)		44.46 (低温年)		$\bar{x}$ (43~47)	
			43年	44年	45年	46年	47年	初数	比	初数	比	初数	比
そ ら ち	基 肥	N 0.6	24.6	23.8	30.0	27.2	26.4	27.3	100	25.5	100	26.4	100
		N 0.8	28.1	28.5	34.0	32.3	29.0	31.0	114	30.4	119	30.4	115
		N 1.0	30.9	32.3	38.2	34.2	32.8	34.6	127	33.3	131	33.7	128
	追 肥	N 0.6 + 幼 0.2	28.9	—	32.9	29.3	28.7	30.9	113	—	—	29.9	113
		〃 + 幼 0.4	30.6	31.5	34.1	34.7	33.5	32.4	119	33.1	130	32.9	125
		N 0.8 + 幼 0.2	31.3	31.5	36.3	34.2	31.8	33.8	124	32.8	129	33.0	125 (109)
		〃 + 幼 0.4	—	—	—	35.2	31.8	—	—	—	—	33.8	128 (111)
	し お か り	基 肥	N 0.6	25.5	23.5	31.9	31.5	28.4	28.7	100	27.5	100	28.2
N 0.8			31.6	30.5	37.1	34.1	28.4	34.4	120	32.3	117	32.3	115
N 1.0			35.7	39.7	41.1	36.9	33.5	38.4	134	36.8	134	36.8	130
追 肥		N 0.6 + 幼 0.2	30.4	—	33.2	32.9	28.1	31.8	111	—	—	31.1	110
		〃 + 幼 0.4	31.8	29.7	39.7	35.0	33.8	35.8	125	32.4	118	34.0	121
		N 0.8 + 幼 0.2	32.6	32.9	36.5	35.7	31.2	34.6	121	34.3	125	33.8	120 (105)
		〃 + 幼 0.4	—	—	—	37.0	32.8	—	—	—	—	34.9	124 (108)

(注) () 内の数値は N 0.8kg を 100 とした数値。

が高く、かつ、この傾向は「しおかり」よりも「そらち」の方が顕著に現われている。このことは、「そらち」は基肥窒素増施によって粒数の増加と登熟遅延によって登熟性が悪化し易いことから、分施方式がまさるものと考えられ、一方、「しおかり」は「そらち」よりも熟期が早く登熟性のまさる品種であるから、追肥が登熟面におよぼす効果は相対的に「そらち」よりも小さいものと考えられる。

2. 窒素の吸収状況と収量構成要素の関係

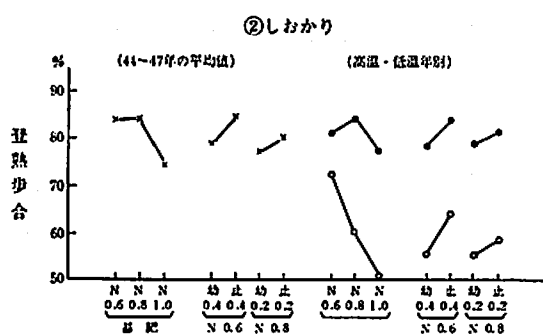
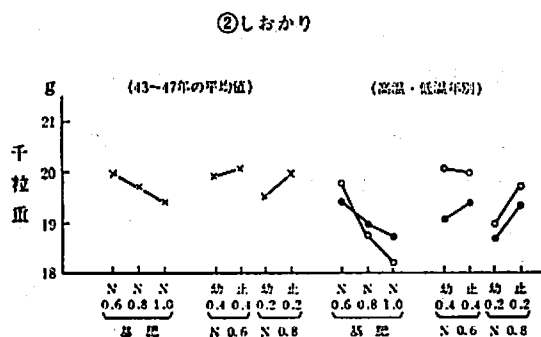
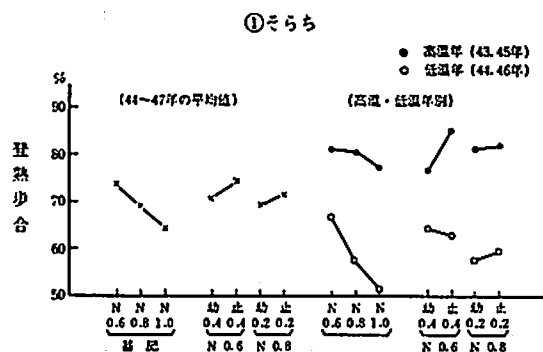
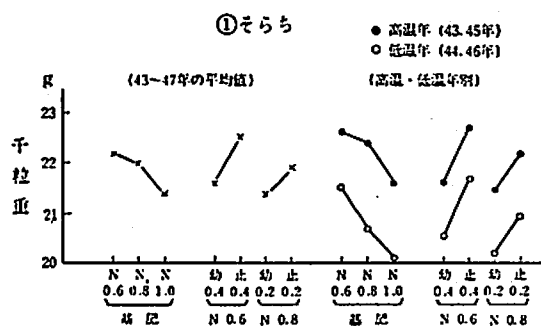
(1) 追肥窒素の粒数生産能力

前述のような窒素追肥による粒数の増加と窒素吸収量との関係についてみると、窒素追肥による出穂期における窒素吸収量の増加分と粒数の増加分との量的関係を44年~46年の3カ年における幼形期追肥系列について示すと第4図のとおりである。すなわち、両者の回帰式は「そらち」が $y =$

$1.99x + 0.72$ ($r = 0.862^{**}$)、 「しおかり」が $y = 1.49x + 0.57$ ($r = 0.901^{**}$) であって、幼形期追肥による窒素吸収量の増加によって粒数が顕著に増加しており、品種間差をみると、「しおかり」よりも「そらち」の方が回帰係数が大きく追肥窒素の粒数生産能力が高い。すなわち「そらち」の場合、窒素吸収増加量 1g/m² に対しておおよそ 2000粒/m² 増加する計算になる。

(2) 窒素濃度と粒数および玄米収量との関係

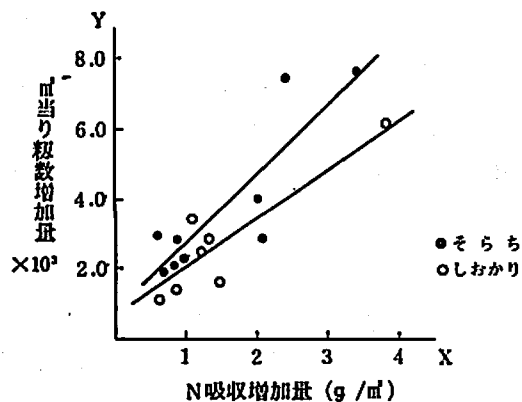
つぎに幼形期追肥による粒数増加と出穂期における葉身の窒素濃度との関係をみると第5図のごとく、両品種とも密接な関係が認められる。すなわち両者の関係は、「そらち」の場合は曲線的であり、一方「しおかり」はほぼ直線的で、同一粒数に対応する葉身の窒素濃度が高い。また、総粒数に対応する葉身の限界窒素濃度は「そらち」では 2.8~3.0%、 「しおかり」ではさらに高く 3.2



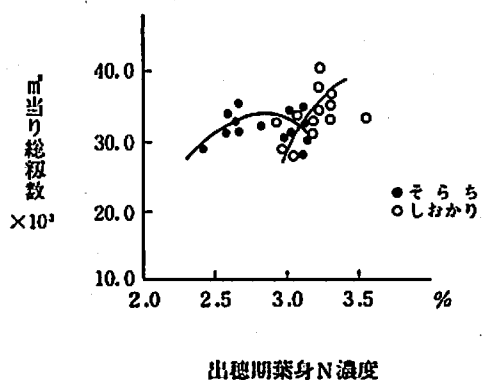
第 2 図 品種別および年次別窒素追肥の千粒重
におよぼす効果

第 3 図 品種別および年次別追肥窒素の登熟歩
合におよぼす効果

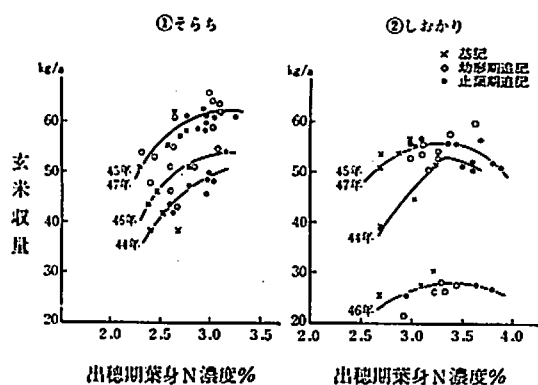
$$\begin{cases} \text{全 体 } Y=2.04X+0.26 \ (r=0.837^{**}) \\ \text{そらち } Y=1.99X+0.72 \ (r=0.862^{**}) \\ \text{しおかり } Y=1.49X+0.57 \ (r=0.901^{**}) \end{cases}$$



第 4 図 幼形期追肥窒素の粒数生産能率
(出穂期, 44~46)



第 5 図 出穂期の葉身N濃度と粒数の関係
(幼穂形成期, 44~47年)



第 6 図 出穂期の葉身N濃度と玄米収量の関係 (44~47年)

%以上であり、本試験の追肥窒素量の範囲では限界窒素濃度を見出せない。

玄米収量の上限に対応する出穂期の葉身窒素濃度は第6図に示したように、基肥および追肥系列の全区をこみにしてみると、「そらち」は2.8~3.0%、「しおかり」では3.2~3.4%と推定され、両品種とも総収数に対応する葉身の窒素濃度とはほぼ一致している。

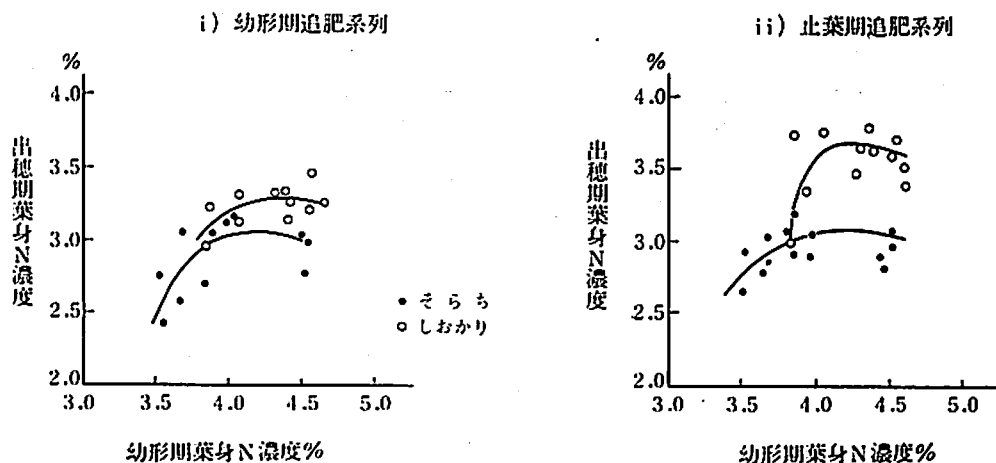
前述のように、品種によって収数あるいは玄米収量に対応する出穂期における葉身の窒素濃度の上限がやや異なる要因として、追肥する時点の水稻体の窒素濃度の差異が考えられる。すなわち、

第 7 表 幼穂形成期における葉身N濃度の対比 (%)

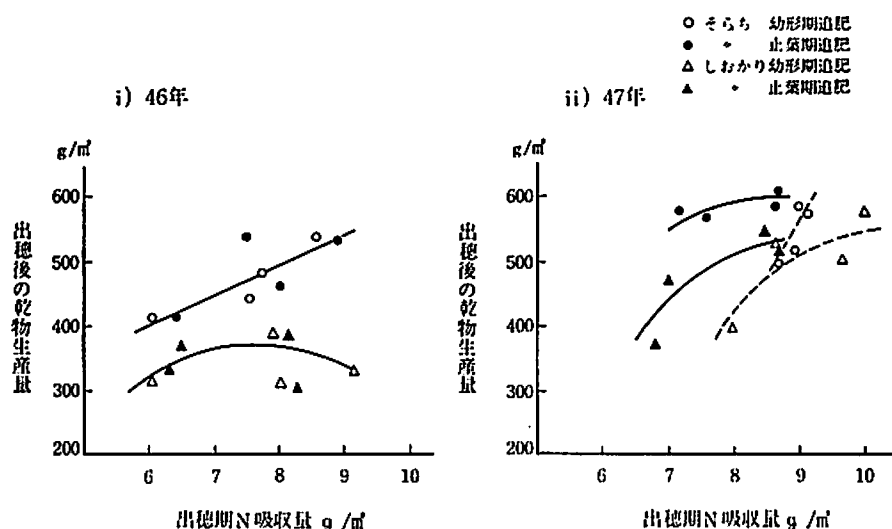
品種 年次	そらち			しおかり		
	45年	46年	47年	45年	46年	47年
基肥N量						
N 0.6kg	3.86	3.52	3.99	4.39	3.85	4.05
N 0.8kg	4.52	3.68	4.53	4.64	4.32	4.55

第7表のように基肥区の幼穂形成期における葉身の窒素濃度は「しおかり」よりも「そらち」の方が明らかに低く、かつ年次別にみると低温年(46年)の窒素濃度がとくに低い点が注目される。

いま、幼穂形成期における追肥前の葉身窒素濃度と追肥後の出穂期における葉身の窒素濃度との関係を見ると第7図に示したとおりである。両品種とも追肥時期のいかんを問わず幼穂形成期の窒素濃度がほぼ4.0%以下のレベルであれば、窒素追肥によって出穂期の葉身の窒素濃度が高まり、4.0%以上のレベルであれば窒素濃度の上昇度合がにぶり、ある一定の上限値に達し、追肥処理間の濃度差が小さくなる。したがって、「しおかり」の場合は幼穂形成期の葉身窒素濃度が46年を除いたほかは4.0%以上のレベルであるから、追肥処理による出穂期の葉身窒素濃度の差異は「そらち」に比べて小さいと見える。



第 7 図 幼穂形成期の葉身N濃度と追肥後の出穂期の葉身N濃度の関係



第 8 図 出穂期のN吸収量と出穂後の乾物生産量の関係

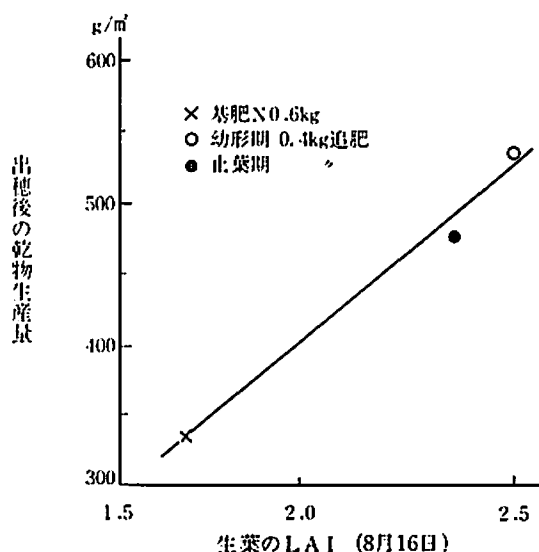
また、前述の出穂期の葉身窒素濃度の上限値は「そらち」よりも「しおかり」の方がいずれの追肥時期においても高い。このことは、両品種の幼穂形成期の葉身窒素濃度が同一レベルであっても追肥区の出穂期の葉身窒素濃度が「そらち」よりも「しおかり」の方が高いことを示している。この品種間差異は、幼形期追肥よりも止葉期追肥の方がより大きい。

つぎに出穂後の乾物生産におよぼす窒素追肥の効果についてみると、第8図のように、出穂期の窒素吸収量との間に密接な関係が認められ、窒素追肥によって明らかに乾物生産量が増加している。出穂後の乾物生産量の絶対値は両年とも「しおかり」よりも「そらち」の方が高く、低・高温年別にみると低温年よりも高温年の方が高い。しかし、「そらち」の場合、高温年よりも低温年の方が窒素吸収量との関係がより密接である。一方、低温年における「しおかり」は乾物生産量が少く、かつ処理間の差が小さい。これは不稔粒多発による穂の受入れ能力の減退によって乾物生産の停滞を招いたものと考えられる。

追肥時期による出穂後の乾物生産量の差異についてみると、低温年においては明らかな傾向が認められないが、高温年においては、いずれの品種についても幼形期追肥よりも止葉期追肥系列の方

が単位窒素吸収量当りの乾物生産量が多く、この傾向は「しおかり」よりも「そらち」の方がより強く現われている。

幼形期追肥に比べて止葉期追肥による出穂後の乾物生産能率が高い理由として、葉身の窒素濃度の高まりによる単位葉面積当りの同化能力の向上と同時に登熟期における生葉面積の大小をはじめ



第 9 図 登熟期における生葉の LAI と出穂後の乾物生産量との関係 (47年, しおかり)

とする受光態勢の良否などが関与しているものと考えられる。

いま第9図によって、登熟期における生葉のLAIと出穂後の乾物生産量との関係についてみると、試験点数が少ないが両者の間に直線的な関係が認められ、追肥区はいずれも無追肥区よりも生葉のLAIが高く、かつ追肥時期間では止葉期追肥区も幼形期追肥区に匹敵する数値を示し、それぞれ出穂後の乾物生産量と密接な関係を持っている。

考 察

基肥窒素に対する品種の反応性は年次（気象条件）によってかなり異なった様相を示すが、反面高温年と低温年による反応性の差異はより品種の特性を明らかにできるものと考えた¹⁾。したがって、追肥窒素の反応性が品種の基肥窒素施用量と密接な関係をもつことを前提に、高・低温年別に大別して種々検討を加えた。

玄米収量の面からみると、各年次を通じて、「そらち」は「しおかり」よりも追肥窒素に対する反応性が強く、かつ、この傾向は高温年よりも低温年においてより強く現われるものと考えられる。「そらち」では低温年における基肥窒素の増施は生育の遅延により登熟性の低下を招き、収数の増加はむしろ玄米収量の減少を伴うので、基肥窒素を減肥し、いわゆる分施方式をとる方が有利であり収数増加をねらう幼形期追肥よりも、登熟性を高める止葉期追肥の方が安全である。一方、「しおかり」も低温年においては「そらち」と同様に分施方式をとる方が収量面では有利であるが、元来登熟性の高い品種であるから、追肥の时期的な優劣は認められない。

高温年においては、両品種とも追肥方式の方が有利である。この場合の追肥時期としては、「そらち」では幼形期追肥が、「しおかり」では葉の老化減退を防止する面で止葉期追肥が有効である。

追肥の時期によって吸量構成要素に与える影響が異なり、幼形期追肥は収数の増加に、止葉期追肥は登熟歩合、千粒重など登熟性の向上面に寄与

する度合いが強いことは明らかである。とくに幼形期追肥による収数の増加度合いが品種によって異なる結果が得られた原因について考えてみると、和田ら¹⁰⁾が指摘するように、出穂期までの窒素吸収量と収数が密接な相関をもつことを前提として、まず追肥による窒素吸収増加量に対する収数の増加量を追肥窒素の収数生産能率とすると、「そらち」は「しおかり」よりも明らかにまさる傾向が認められ、基肥窒素の収数生産能率の傾向¹⁾とは逆の結果になる。このことは、窒素追肥による茎数の増加度合いが品種によって異なることに起因するものであり、「そらち」は追肥による茎数の増加度合いが大きいのに対し、「しおかり」では茎数増加が少く、その反面、水稻体の窒素濃度および窒素吸収量の高まりとして現われやすい。この理由として、追肥前の幼穂形成期における葉身の窒素濃度の高低が問題となる。すなわち、幼穂形成期における葉身の窒素濃度が4.0%以下であれば分げっ数の増加と有効茎歩合の向上を通じて収数増加に反映するものと考えられる。いわゆる、窒素濃度が低ければ追肥による反応性が強く、このことが基肥N 0.8kgに対する追肥よりもN 0.6kgに対する追肥の方が収数生産能率の高い理由である。また、「そらち」と「しおかり」の差異は、「そらち」の幼穂形成期における葉身窒素濃度が4.0%以下であることが多いと考えられる。玖村³⁾は分げっ期の水稲の体内窒素濃度と分げっ発生数との間に密接な相関のあることを認めており、石塚・田中³⁾は盛んな分げっには活動葉の窒素濃度が3.5%以上必要であることを指摘している。本試験によって得られた4.0%という窒素濃度は、追肥によって収数に反映する上限値ということになるが、数カ年の分追肥試験から帰納的に求めた数値であり、多少の問題は残るであろう。また、木内ら¹⁾によると、分げっ芽の発達には窒素と炭水化物の供給が密接な関係をもつことを認めている。前報¹⁾において「そらち」に比して「しおかり」の炭水化物含量が低い特性をもつことを報告した点より考えて、品種固有の分げっ力の差異を無視できないのはもちろんである。

一方、止葉期追肥の効果は主として登熟歩合の

向上、千粒重の増大に起因しており、低温年においても増収率が高いことは種々報告されている⁶⁾ ^{9) 10) 11)}。この止葉期追肥の栄養生理的意義については志賀⁹⁾の詳述にあるように、出穂後の葉身の窒素濃度の向上と生葉面積の維持により、乾物生産量を高める効果が大いことは疑いない。¹⁵N を利用した和田らの報告¹⁷⁾によると追肥窒素の見かけの利用率は真の利用率を大きく上まわっており、減数分裂始期以降では、天然供給窒素の吸収量の増加は窒素追肥による根の活力増進の結果としている。著者らはこのような傾向が品種によっていかに異なるか検討中である。

つぎに、止葉期追肥による葉身の窒素濃度の向上についてみると、出穂期においては「そらち」では3.0~3.2%、「しおかり」ではさらに高く3.6~3.8%にも達しており、それぞれ窒素濃度の向上によって出穂後の乾物生産量が高まっている。しかし、玄米収量との関係では、「そらち」では2.8~3.0%、「しおかり」では3.2~3.4%がそれぞれ適量と推定され、それ以上葉身の窒素濃度が高まり、乾物生産量が増加しても収量の向上には結びつかないものと考えられる。和田ら¹⁵⁾によると出穂後に生産された乾物は登熟歩合および千粒重の増大にしか役立たず、収量に貢献するのは登熟歩合向上の余地のある場合であるとされている。このことは44年のような低温年における止葉期追肥の効果の高いことを裏づけているものと考えられる。

葉身の窒素濃度が光合成能力と密接な関係をもつことは衆知のとおり^{13) 14)}であるが、玄米収量に対する出穂期の葉身の窒素濃度の適量はすでにいくつか報告されており^{2) 7) 8) 11)}、志賀ら¹¹⁾によれば著者らの「そらち」と同様に3.0%であるが、品種間差異については明確にされたものがない。本試験においては、品種によって収量の上限に対応する出穂期の葉身窒素濃度が異なるものと考えられたが、他の品種についても同様のことが言えるか否かについてはさらに検討を要する問題である。

摘 要

前報に引続き、本道の代表的2品種、「そらち」と「しおかり」の追肥窒素に対する生理生態的応答性について、追肥時期および追肥窒素量との関連において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」よりも追肥窒素に対する増収率が高く、しかも、その増収率は高温年よりもむしろ低温年の方が高い。

2) 両品種とも低温年においては窒素の分施方式(N 0.6kg/a+0.4kg/a)がまさる傾向があり、「そらち」では44年の遅延型冷害年においては止葉期追肥がよく、不稔歩合の高かった46年は籾数増加をねらった幼形期追肥がまさった。しかし、「しおかり」では追肥時期の差異が認められない。一方、高温年においては追肥方式(N 0.8kg/a+0.2kg/a)の方がまさり、「そらち」では幼形期追肥が、「しおかり」では止葉期追肥の方がまさる。

3) 幼形期追肥窒素の籾数生産能率は、両品種こみでは、 $y=2.04x+0.26$ ($r=0.837^{**}$)の回帰式で示され、「そらち」は「しおかり」よりも追肥によって吸収された窒素の籾数生産能率が高い。

4) 玄米収量の上限に対応する出穂期の葉身窒素濃度は品種によって若干異なり、「そらち」の2.8~3.0%に対し、「しおかり」は3.2~3.4%と高い。

5) 本試験の窒素施用量の範囲では、両品種とも追肥により出穂期の葉身の窒素濃度に顕著に反映するのは、幼形期の葉身の窒素濃度が4.0%以下のレベルと考えられる。

6) 両品種とも、幼形期追肥は穂数の増加ならびに葉面積の拡大によって籾数増加に寄与し、止葉期追肥は葉身の窒素濃度を高め、かつ、葉の老化減退を防ぎ、同化能力を高く維持して登熟性の向上に寄与する。

引用文献

- 1) 古山芳広, 南 松雄, 1973 ; 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, 道農試集, 28, 1—12.
- 2) 本谷耕一, 1967; 東北土肥協議会誌, 3, 1.
- 3) 石塚喜明, 田中 明, 1969; 水稻品種の栄養生理, 養賢堂, 236.
- 4) 木内知美, 石阪英男, 1960; 水稻の収量形成過程におよぼす栄養条件の影響(窒素), 土肥誌, 31, 289.
- 5) 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およぼす影響, 日作紀, 24, 177—180.
- 6) 南 松雄, 多賀辰義, 1970; 寒地水稻の窒素代謝に関する研究, 第1報, 窒素追肥の影響, 道農試集, 21, 89—102.
- 7) 中西秋四郎, 沖村逸夫, 1968; 穂肥の施用法と稲体成分の動向, 土肥要旨集, 14, 59.
- 8) 佐近 剛, 河本 奏, 1970; 暖地水稻の低収量打破に関する研究, 第2報, 窒素の後期追肥について, 土肥要旨集, 16, 129.
- 9) 志賀一, 1970; 近代農業における土壌肥料の研究, 止葉期追肥の栄養生理的意義, 日本土肥学会編, 153—158.
- 10) ———, 遠藤和雄, 1968; 寒地水稻に対する窒素施用に関する研究, 特に後期追肥について, 土肥要旨集, 14, 145.
- 11) ———, ———, 宮崎直美, 1969; 同上(その2), 同上, 15, 131.
- 12) 高橋精一, 黒沢 謙, 若生松兵衛, 加藤玲子, 1968; 施肥法と水稻品種の反応に関する試験, 窒素との関連について, 土肥要旨集, 14, 58.
- 13) 武田友四郎, 玖村敦彦, 1959—a; 水稻における収量成立過程の解析, 第3報, 窒素と日謝の複合条件が水稻の同化呼吸および物質生産に及ぼす影響, 日作紀, 28, 175—178.
- 14) 津野幸人, 清水 強, 1962; 主要作物の収量予測に関する研究, N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.
- 15) 和田源七, 松島省三, 1962; 水稻収量成立原理とその応用に関する作物学的研究, LⅩ. 穂揃期窒素追肥の研究, 日作紀, 31, 15—18.
- 16) 同上, 1962; 同上, LⅩⅡ. 穎花数成立機構に関する研究, 日作紀, 31, 23—26.
- 17) 和田源七, 庄子貞雄, 高橋重郎, 斎藤公夫, 新保 到, 1971; 水田における窒素の動態と水稻による窒素吸収について, 第3報, 追肥窒素の土壌中における行動ならびに水稻による吸収, 日作紀, 40, 287—291.

Summary

This investigation was carried out to make clear the nutritional and physiological characteristics of the rice varieties in Hokkaido.

In the previous paper, we reported the effects of the basal application of nitrogen for the rice varieties of "Sorachi" and "Shiokari", which were varied in plant types, yield components, nutrient uptake, dry matter productivity, and

so forth.

In this paper, the authors made a report of the experiments on nitrogen top-dressing to both varieties, which were conducted under various conditions differing in the amount of basal nitrogen, the amount of nitrogen top-dressing and the period of top-dressing, following the previous paper (NoI, vol. 28, 1973) and done in 1968—1972.

The results were summarized as follows;

1) The effects of nitrogen top-dressing on the grain yield of "Sorachi" was higher than that of "Shiokari", and the nitrogen top-dressing of both varieties in the year of low temperature conditions showed a rate of higher increasing yield compared with the year of high temperature conditions.

2) The favorable amount of N application (basal nitrogen + top-dressing nitrogen) to both varieties was proved to be 0.6+0.4kg/a in the year of low temperature conditions, 0.8+0.2 kg/a in the year of high temperature conditions, respectively.

More over, in the year of low temperature conditions, 1971, the nitrogen top-dressing at the booting stage in "Sorachi" was more advantageous than the nitrogen top-dressing at the young panicle formation stage. But, there was little reason to choose between both stages of top-dressing in "Shiokari".

On the other hand, in the year of high temperature conditions, the favorable stage of the nitrogen top-dressing was the young panicle formation stage in "Sorachi", and the booting stage in "Shiokari", respectively.

3) Among both varieties the positive correlation ($r=0.837^{**}$, $Y=2.04X+0.26$) was recognized between the increase of the number of spikelets by top-dressed nitrogen at the young panicle formation stage (Y) and the increase of uptaken nitrogen (X). Referring to difference of species "Sorachi" had a higher productive efficiency of spikelets with the nitrogen top-dressing as compared with "Shiokari".

4) The optimum concentration of nitrogen in leaf blades at the heading stage for grain yield was proved to be 2.8~3.0% in "Sorachi", and 3.2~3.4% in "Shiokari", respectively, it may be considered that there was species difference on the value.

5) The nitrogen concentration at the young panicle formation stage, which affected to the increase of nitrogen concentration in leaf blades in the heading stage with the top-dressed nitrogen was estimated to be below about 4.0%.

6) The top-dressed nitrogen at the booting stage showed a tendency to be absorbed quickly, and raised the nitrogen concentration in the leaf blades at the heading stage ; this tendency was stronger in "Shiokari" than in "Sorachi".