

(7) 小 括

中央農試稲作部圃場及び空知管内現地農家圃場で行った試験並びに調査結果を要約すると以下のとおりである。

① 窒素施肥法との関係

窒素多施用、窒素追肥条件下では不稔の発生が多く、低収となったが、窒素の分施（幼穂形成期1週間後）は全量基肥より不稔発生がやや少なく、その効果が認められた。また、側条施肥の有利性が認められた。

② 肥料三要素及び土壌改良資材の効果

肥料三要素：要素欠除に伴う精玄米重の低下は、グライ土では $N > K > P$ 、泥炭土では $K > N > P$ の順に大きかった。また、普通年との対比からみた減収率は $-K$ 区が最も大きく、次いで $-P$ 区であり、いずれも3F区を上回った。

土壌改良資材：ケイカル及びようりんの連用効果は土壌間で相違し、判然とした傾向は認められなかった。また、不稔が著しく多発するような条件では、ケイ酸施与による不稔の抑制効果はほとんど認められなかった。

③ 有機物施用の影響

堆肥：堆肥連用による冷害軽減効果はほとんど認められなかった。むしろ、対照区より16～17%も減収する事例が認められた。

減収要因は不稔の増加によるものであるが、これは堆肥の長期連用によってN肥効が大きくなったことの反映とみなされる。

稲わら：対照区と比較すると、秋鋤込み区でやや増収、春鋤込み区でやや減収する傾向が認められた。春散布・鋤込み区の場合には初期生育が不良であったが、不稔の増加など冷害を著しく助長するような傾向は認められず、普通年対比の減収率ではむしろ対照区よりも低かった。

有機栽培：有機栽培（無化学肥料、代替えとして各種有機物施用）区の減収率は慣行栽培区と同等ないしやや高く、また冷害の被害程度の大きい調査地点ほど有機栽培区の減収率は高い傾向であった。

④ 食味特性に及ぼす影響

蛋白含量は不稔歩合に比例して増加する傾向であった。したがって、不稔が多発した本年度については他年次よりも明らかに高いことを認めた。アミロース含量は、不稔歩合との関係は判然としなかったが、出穂期が早く、高温下で登熟した年次（平成2年）と比較すると明らかに高かった。

泥炭土では客土により稲体の窒素含有率および不稔歩合が低下し、それに伴って米の蛋白含量も低下する傾向を示した。

⑤ 基盤整備及び水管理の実態とその影響

冷害を助長する要因として基肥窒素過多に加え、圃場の透排水性の不良及び湿田・半湿田型土壌に対する稲わら施用の影響が最も大きかった。さらに、かんがい用水量の不足や畦畔の状態が不十分（低い・脆弱）で冷害危険期に深水かんがい十分に実施できない等の事例も3割以上みられた。

⑥ 現地農家への指導

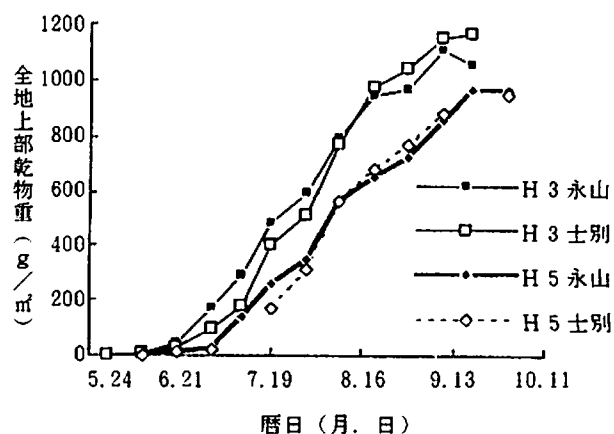
復元田では生育は過大、不稔歩合は約55%で連作田より4%ほど高かった。収量は連作田の267kg/10aに比較し、約10%減であった。6月下旬の作土の無機態窒素は5.5mgN/100gとかなり多く、生育も抑制されていたため、追肥は全面禁止の指導を行った。

2 上川農試

(1) 土壌および作物体の養分の動向

1) 乾物生産

窒素用量8kg/10a区における平成5年の年間乾物生産量は、平成3年に比べ、約200kg/10a少なかった。これは、移植期から6月末までの低温寡照により、初期の乾物生産が著しく少なかったことによる（図V-5）。



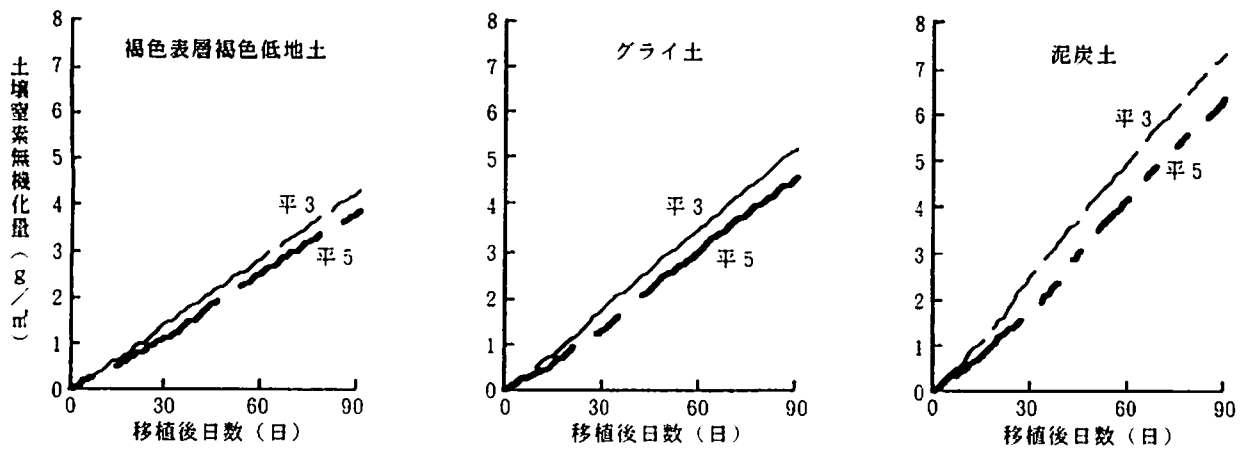
図V-5 全地上部乾物重の推移

（きらら397、8N上川農試）

注）H：平成

2) 窒素

窒素動態モデルを活用して無機化量のシミュレーションを試みた。計算に用いたデータは農家水田作土の生土湛水培養によって得られた土壌窒素無機化特性値の土壌型別平均値と上川農試で観測された5cm深の日平均地温である。なお、乾土効果は加味していない。これによると、平成5年の土壌窒素無機化速度は、平成3年の無機



図V-6 土壌窒素無機化量の年次別シュミレーション結果(上川農試)

注) 土壌型別の土壌窒素無機化特性値と5cm深の日平均地温(上川農試)を使用。

化速度に比べ初期において低かったと推定される(図V-6)。

水稻の窒素吸収における温度反応については、人工気象室と重窒素を用いたポット試験で検討した結果、 ^{15}N 添加後5日間の温度 27°C と 31°C の間にほとんど差がなかったが、 19°C に低下すると水稻吸収への分配割合が低下した(表V-27)。

表V-27 添加Nの分配割合(上川農試 1993)

温度	無機化	有機化	吸収	脱窒
19°C	8.3%	23.0%	42.2%	26.5%
27°C	6.9	15.2	50.6	27.4
31°C	5.6	17.2	48.7	28.6

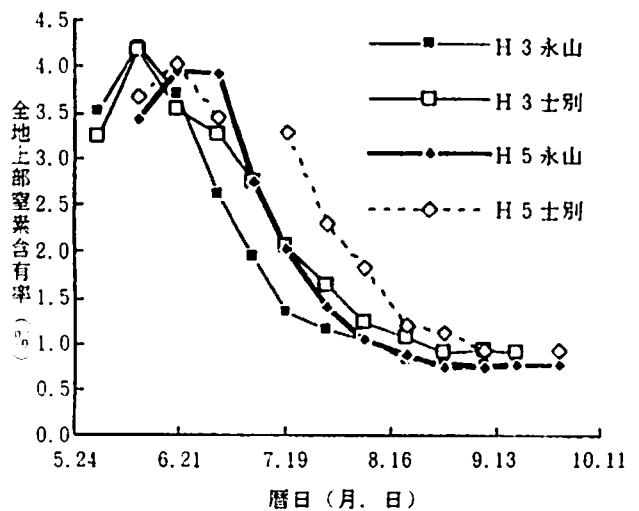
窒素用量 $8\text{ kg}/10\text{ a}$ 区における平成5年の窒素含有率は、同じ暦日で比較すると平成3年に比べ高く推移したが、成熟期にはその差が小さくなった(図V-7)。また、水稻窒素保有量は、乾物重が小さいことを反映して、低く推移した(図V-8)。

3) リン酸、カリ、ケイ酸

平成2年に比べ平成5年のリン酸含有率は、移植後30日目と出穂期でやや低かったものの、同じ生育期で比較すれば大きな差はなく、初期を除けば、リン酸吸収の温度反応は乾物生産の温度反応に近いものと考えられる(表V-28)。成熟期の茎葉は平成5年で高く、不稔発生によって穂への転流が停滞したためと考えられる。

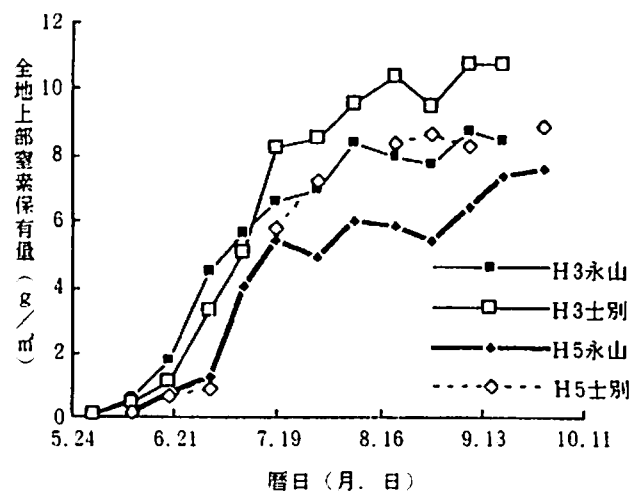
カリ含有率は成熟期の穂を除いて平成5年で高く、カリ吸収の温度反応は乾物生産に比べむしろ小さいと考えられた。

ケイ酸含有率は幼穂形成期を除き平成5年で低かった。土壌からのケイ酸溶出について温度反応性が知られており、これを含めたケイ酸吸収の温度反応は乾物生産に比



図V-7 全地上部窒素含有率の推移
(きらら397、8N上川農試)

注) H:平成



図V-8 全地上部窒素保有量の推移
(きらら397、8N上川農試)

注) H:平成

表V-28 養分含有率の年次比較（ゆきひかり 上川農試）

項目	年次	30日目地上部	幼穂形成期地上部	出穂期地上部	成熟期茎葉	成熟期穂	成熟期地上部
暦日 (月/日)	平成2年	6/20	7/2	7/25	9/11	9/11	9/11
	平成5年	6/22	7/9	8/11	9/24	9/24	9/24
	差	2	7	17	13	13	13
窒素 (N%)	平成2年	4.03	2.72	1.22	0.56	1.20	0.96
	平成5年	3.79	2.80	0.99	0.49	1.10	0.79
	差	-0.23	0.08	-0.23	-0.07	-0.11	-0.17
リン酸 (P ₂ O ₅ %)	平成2年	0.96	0.81	0.78	0.23	0.60	0.46
	平成5年	0.93	0.83	0.74	0.47	0.60	0.54
	差	-0.04	0.02	-0.03	0.25	0.00	0.08
カリ (K ₂ O%)	平成2年	3.94	3.54	2.53	2.67	0.41	1.25
	平成5年	4.77	4.26	2.69	2.46	0.88	1.67
	差	0.83	0.71	0.16	-0.21	0.47	0.42

注) 稲わら連用試験のうち無窒素区を除く11区平均

表V-29 ケイ酸含有率の年次比較（上川農試）

項目	年次	幼穂形成期地上部	出穂期地上部	成熟期茎葉	成熟期穂
ケイ酸 (SiO ₂ %)	平成3年	3.8	5.9	8.9	2.1
	平成5年	4.5	5.0	8.3	2.0
	差	0.70	-0.90	-0.60	-0.10

注) 資材試験の対照(資材無施用)区

べ大きいと考えられた(表V-29)。

(三浦 周)

(2) 養分吸収と不稔発生および登熟歩合の関係

1) 養分吸収と不稔発生

上川農業試験場の同一圃場における試験区の中から、不稔発生が17.3%と、本年度としては極めて少ない低不稔区(A)と43.9%と極めて多発した高不稔区(B)の養分含有率を止葉期、出穂期で比較検討した(表V-30)。

不稔発生に関係する止葉期と出穂期で、低不稔区に対

する高不稔区の養分吸収割合はN、Na、Znが不稔17.3%が43.9%の50%前後と極めて少なく、Siが236%と極めて大きかった。これまで不稔発生の研究はほとんどが稲体中のNに由来すると云うものであったが、これを見る限り、Nと同時に複数の他元素も類似した差を示しており、間接的に不稔発生に関与していることが示唆された。この結果は2試験区を用いた一つの例であり普遍的なものとして捉えにくい。そこで「きらら397」を供試した栽培密度と窒素施肥量の組み合わせ15区を供試して、不稔発生と養分吸収の関係をみた(表V-31)。不稔歩合と養分含有率には窒素、リン酸、カリ、苦土で正、石灰、ケイ酸、マンガンで負の相関が認められた。正の相関の場合はこれらの稲体含有率が高まれば不稔含有率も多くなることを示すものであり、負の相関の場合は逆となる。一方、吸収量ではすべての無機養分ともに正の相関が認められる。これは不稔歩合と乾物重とが強い正の相関が存在するためである。生育量の大きなもの

表V-30 不稔歩合の異なる区における稲体各種養分含有率の推移(上川農試 1993)

項目		N (%)	P (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Si (%)	Na (%)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	B (ppm)
含有率(%)													
止葉期 茎葉	A不稔17.3%	1.45	0.415	2.293	0.140	0.270	1.44	0.090	396	527	4.3	25.2	2.5
	B不稔43.9%	3.24	0.491	2.686	0.154	0.260	0.61	0.196	516	461	4.6	36.9	2.3
出穂期 茎葉+穂	B不稔43.9%	1.19	0.363	1.792	0.147	0.332	1.97	0.056	409	464	2.6	18.4	4.2
	B不稔43.9%	1.55	0.431	2.182	0.163	0.272	1.50	0.116	434	467	3.2	27.6	7.9
A/B比(%)													
止葉期	A/B×100	45	85	85	91	104	236	46	77	114	93	68	109
出穂期	"	77	84	82	90	122	131	48	94	99	81	67	53

注) N:ケルダール セミマイクロ法、Si:湿式分解、重量法、他の成分は野菜・茶業試験場 島津 ICPによる、分析者 田丸 浩幸
A:栽植密度 50株/m²、施肥量 N 8、P₂O₅ 8、K₂O 8 kg/10a、中苗マット、品種 きらら397、不稔歩合 17.3%
B:栽植密度 20株/m²、施肥量 N 12、P₂O₅ 8、K₂O 8 kg/10a、中苗マット、品種 きらら397、不稔歩合 43.9%

が不稔を多発したわけで、このころにおける生育量は窒素の影響が極めて大であるから、窒素吸収に随伴するイオン、すなわちリン酸、カリ、苦土などはこれによる見掛けの相関である可能性があった。そこで窒素吸収量で各無機養分の吸収量を割り、その値と不稔歩合の関係をみた。すると、すべての無機養分と負の相関が認められ、その多くが高い水準で有意な関係であった。この関係を少し、わかり易くするためにここに示した無機成分の含有率総和を窒素含有率で割ったものと不稔歩合の関係を示した(図V-9)。

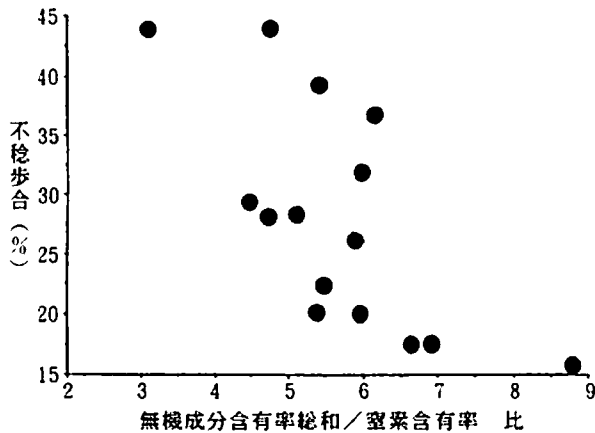
窒素1に対して無機成分が3のものは不稔歩合が45%と多かったのに対して、窒素1に対して無機成分が9近くあったものは不稔歩合15%で少なかった。この関係が窒素吸収量の高い所、あるいは強力な低温の場合に再現できたとしたら、新しい冷害軽減技術に発展する可能性

がある。

2) 不稔多発生水稻の窒素吸収特性および形質

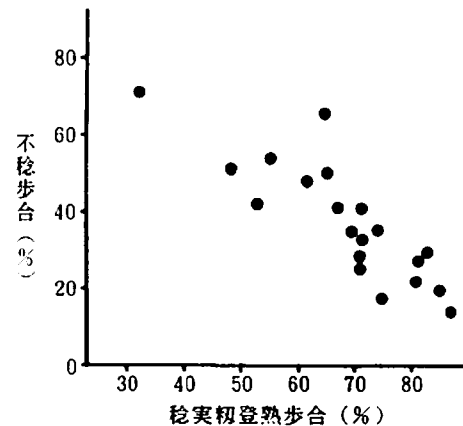
従来、不稔の発生した水稻は残った籾の登熟が良くなり、登熟歩合が高くなる場合が多いと思われていた。もちろん、これは不稔発生程度やその後の温度、日照時数に関係するものと思われる。平成5年の混合型冷害は不稔の多発、生育遅延による登熟期間の低温であったことから、不稔発生と登熟歩合の関係について検討した(図V-10)。

本年の冷害のように混合型で不稔が発生しながら生育が遅れて低温登熟となった場合は残った籾の登熟が極めて不良となった。収穫期の各形質と不稔歩合の相関関係をみると、千粒重、玄米良質粒歩合と負、青米、検査等級と正の相関が認められ、たしかに登熟力が不稔多発で弱まっていることを示す結果であった(表V-32)。不



図V-9 出穂期地上部の無機成分含有率総和/窒素含有率と不稔歩合の関係(上川、1993)

注) 表V-31参照。



図V-10 不稔歩合と稈実初登熟歩合の関係(上川農試 1993)

注) 鷹栖、きらら397、冷害現地調査水田
50a一枚: 調査ヶ所n=20

表V-31 出穂期における稲体無機成分と不稔歩合の相関係数(1993)

項 目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	Mn
含有率	+0.660	+0.230	+0.584	-0.414	+0.433	-0.557	-0.039
吸収量	+0.812	+0.683	+0.683	+0.398	+0.601	+0.287	+0.390
各無機成分/窒素 比	-	-0.761	-0.761	-0.761	-0.366	-0.664	-0.426

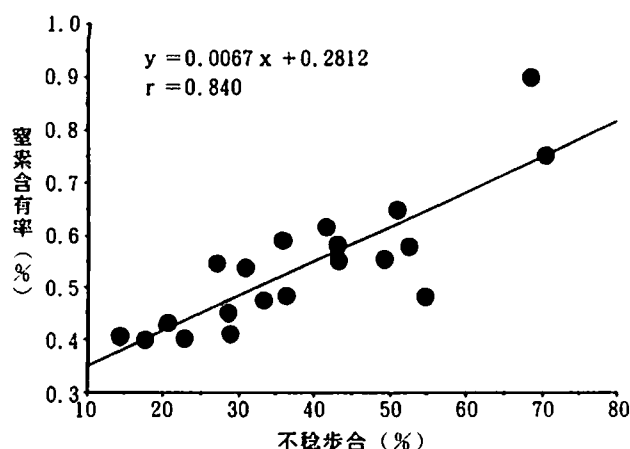
注) n=15: きらら397 (密度: 20、30、40、50、60株/㎡、施肥: N 8、8級効性、12kg/10a)
5% > 0.482、1% > 0.606、0.1% > 0.725

表V-32 収穫期における各形質と不稔歩合との相関係数(上川農試 1993)

稈長	穂数	葉色 SPAD	玄米重	総穂数	登熟歩合	稈実初登熟歩合	千粒重	白米蛋白
+0.716	+0.643	+0.879	-0.046	+0.824	-0.414	-0.799	-0.675	+0.949

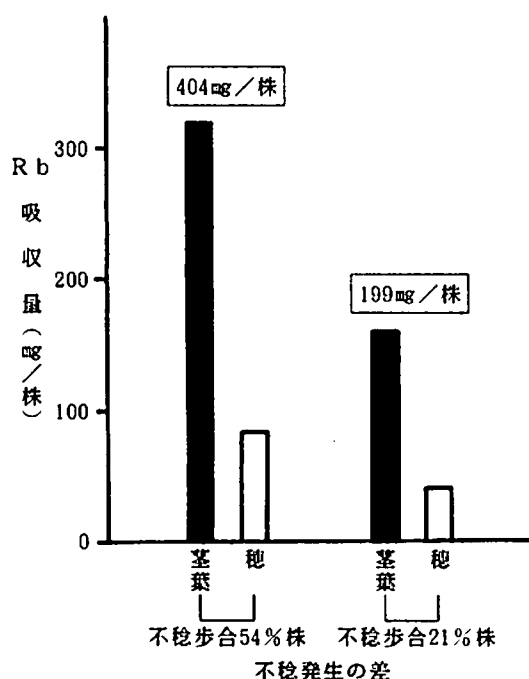
玄米良質粒	青米	検査等級	茎葉 N%	茎葉N保有量	穂 N%	穂N保有量	N全保有量	茎葉乾物重
-0.810	+0.856	+0.566	+0.840	+0.687	+0.799	-0.639	+0.679	+0.890

注) 鷹栖、きらら397、冷害現地調査水田、50a一枚: 調査ヶ所
n=20、1% > 0.537、0.1% > 0.652

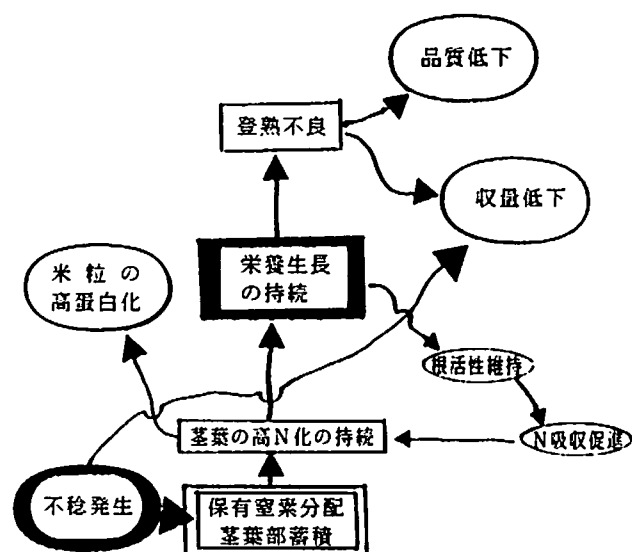


図V-11 不稔歩合と成熟期茎葉窒素含有率の関係

注) 蔵栖、きらら397、冷害現地調査水田
50a一枚: 調査ヶ所 n=20

図V-12 不稔発生と成熟期における根活性の関係
(上川農試 1993)

稔歩合は穂部よりも茎葉の窒素含有率および保有量と関係が密接であり(図V-11)不稔歩合が高い稲は出穂期以降成熟期にかけて引き続き盛んに窒素吸収が行われたことを予測させるものであった。もしそうであったとしたら、不稔多発生稲の根活性は高いはずである。そこで収穫期に不稔発生量の大きく異なる稲を株中心に20cm×20cm、深さ10cmのブロック状に切断し、これを400ppmルビジウム液に入れ、20℃の人工気象箱で3日間株に付いている根の活性を調査した。不稔の多い株は明らかにルビジウム吸収量が多くなっていた(図V-12)。窒素吸収からみた不稔多発生稲の玄米生産の機作は以下のように推測される(図V-13)。



図V-13 不稔発生稲における玄米生産の機作

正常であれば子実に移行していく茎葉中にあった窒素は不稔が多発すると行き場所を失って茎葉にいつまでも蓄積している。このような茎葉の高窒素含有率の稲では特に低温になると光合成産物が子実へのデンプン蓄積でなく蛋白合成に使われ、栄養生長を再開し、時には2次生長や2段階穂の発生を見ることもある。登熟不良はこの様におう盛な蛋白合成に大部分の光合成産物が消費される結果生じるものである。このような場合は根活性が高いレベルで維持され、窒素吸収も不稔の少ないものより多くなる。このことにより、ますます茎葉中の窒素含有率は高まり悪循環が始まる。このような稲は登熟不良による品質低下と減収をもたらす玄米の高蛋白化によって食味低下が同時に起こる。

(稲津 脩)

(3) 肥料三要素および土壌改良材の効果

1) 窒素、リン酸、カリ

平成5年の混合型冷害年は無肥料区、無窒素区の玄米収量実数値が平年～豊作年よりも著しく低くなっていた(表V-33)。これは低温によって-N区の窒素吸収が極めて少ないために総穂数が減少し、加えて不稔の多発で稔実穂数の低下をまねいたことによると思われる。-P区、-K区は不稔歩合が高く、減収し、冷害年におけるリン酸、カリの重要性が示されているものと思われる。三要素区に対する-P区の登熟歩合の比は、試験開始以来23ヶ年中で昭和46年(25%)、昭和58年(78%)、昭和61年(81%)に次いで4番目に低かった。これは、高い不稔歩合に由来しており、最も大きな減収要因であった(表V-33、34、35)。

表V-33 三要素試験における暦年の玄米収量 (上川農試)

年次	項目	- 3 F	比	- N	比	- P	比	- K	比	3 F	比
		kg/10 a		kg/10 a		kg/10 a		kg/10 a		kg/10 a	
昭和46*		118	28	228	54	144	34	341	80	426	100
47		272	51	217	41	556	104	561	105	533	100
48		224	47	282	59	540	113	471	99	477	100
49		278	53	279	53	534	102	484	93	522	100
50		181	54	201	59	431	128	365	108	338	100
51		296	60	243	49	442	90	474	96	493	100
52		248	45	283	51	544	98	551	99	554	100
53		305	56	324	60	505	93	534	99	542	100
54		274	59	305	51	496	106	478	102	468	100
55		266	54	245	50	92	100	523	107	491	100
56		346	66	351	66	524	99	521	99	528	100
57		440	77	428	75	597	105	550	97	568	100
58**		342	83	372	91	357	87	359	87	411	100
59		311	54	308	53	560	97	551	95	577	100
60		286	67	299	70	422	98	448	104	429	100
61		323	59	337	61	518	94	489	89	550	100
62		304	61	365	74	502	101	485	98	495	100
63		301	58	309	60	543	105	544	105	518	100
平元		381	67	381	67	535	94	537	94	571	100
2		254	58	252	61	474	97	484	98	513	100
3		298	53	307	54	557	99	523	93	564	100
4**		175	44	187	46	357	89	276	69	402	100
5***		166	41	192	47	374	92	374	92	408	100
23ヶ年平均		278	56	291	59	478	97	475	96	495	100

注1) *印は障害型冷害年、**印は遅延型冷害年、***混合型冷害年

2) 品種、46~55年: しおか、56~57年: イシカリ、58年~: ゆきひかり

3) 施肥量、N-P₂O₅-K₂O: 8-8-8 kg/10 a

表V-34 リン酸欠除が生育・収量に及ぼす影響 (上川農試)

項	目	3 F 区								- P 区 (3 F 区に対する比率)							
		初/玄米重 わら比	kg/10 a	千粒重 g	穂数 本/m ²	総穂数 ×100 /m ²	不稔 歩合 %	登熟 歩合 %	N 吸収量 g/m ²	初/玄米重 わら比	kg/10 a	千粒重 g	穂数 本/m ²	総穂数 ×100 /m ²	不稔 歩合 %	登熟 歩合 %	N 吸収量 g/m ²
適用	年																
1	S46	1.01	426	20.4	511	307	12.5	49.0	7.15	54	34	94	95	91	218	25	124
2	47	1.58	533	20.2	346	271	5.8	80.0	8.76	111	104	103	112	120	126	102	121
3	48	1.40	477	19.0	464	384	11.3	67.0	8.67	100	113	99	104	91	114	112	119
4	49	1.71	522	18.8	482	338	5.3	74.5	7.86	101	102	101	99	101	96	99	122
5	50	0.86	338	17.5	435	280	33.7	52.2	8.75	130	128	101	97	109	36	151	116
6	51	1.36	493	18.7	464	358	9.7	69.9	6.84	90	90	100	103	91	95	95	100
7	52	1.64	554	19.6	428	323	8.3	83.9	10.26	93	98	100	106	106	63	98	89
8	53	1.64	542	21.1	433	360	4.8	73.9	9.00	99	93	100	86	80	88	94	92
9	54	1.47	468	19.0	506	328	7.4	80.5	9.16	101	106	100	94	104	132	94	112
10	55	1.42	491	20.4	519	389	9.8	75.7	9.54	101	100	100	92	100	140	95	86
11	56	1.40	528	21.8	570	367	11.2	71.7	11.95	100	99	101	95	89	121	97	83
12	57	1.20	568	22.4	785	386	21.2	71.0	10.05	125	105	101	95	96	100	98	105
13	58	1.19	411	20.5	503	374	14.7	48.7	11.34	86	87	99	96	99	133	78	95
14	59	1.49	577	20.6	542	359	5.4	76.9	11.02	96	97	100	106	101	144	92	120
15	60	1.51	429	20.6	525	315	7.0	63.2	9.64	104	98	101	90	97	129	86	118
16	61	1.51	550	20.5	531	338	12.4	71.4	10.72	95	94	101	116	118	121	81	111
17	62	1.51	495	20.5	571	391	12.1	67.4	11.49	93	101	101	94	87	109	103	83
18	63	1.38	518	20.0	628	373	10.9	78.9	12.14	97	105	101	92	123	69	98	97
19	H元	1.54	571	22.2	545	344	6.8	69.8	11.12	94	94	100	98	100	210	85	90
20	2	1.45	513	21.4	573	328	5.5	81.4	11.00	101	92	100	92	91	75	106	100
21	3	1.49	584	19.8	592	348	6.4	84.1	8.01	94	99	99	99	95	77	104	106
22	4	0.97	402	19.0	531	309	20.3	68.7	7.62	86	89	97	99	94	138	97	100
23	5	0.87	408	20.3	539	284	24.7	70.8	7.73	101	92	100	114	110	147	83	118
23カ年平均		1.37	495	20.2	523	341	11.6	70.9	9.56	98	97	100	99	99	113	95	103

表V-35 三要素試験区の収量構成要素と養分吸収量（上川農試 1993）

処理	穂数 (本/㎡)	1穂初数	総穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	稔実初数 (×100)	収量 (kg/10a)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)	成熟期の養分吸収量(g/㎡)		
									N	P ₂ O ₅	K ₂ O
-3F	356	41.2	146.7	29.4	103.6	166.1	20.5	55.1	3.9	2.6	8.2
-N	375	36.1	135.4	24.8	101.8	191.9	20.8	68.2	4.1	2.7	8.0
-P	614	51.0	313.1	36.3	199.5	373.9	20.2	59.0	7.1	4.8	15.5
-K	634	45.4	287.8	39.1	175.3	373.6	20.1	64.7	7.0	4.9	13.4
3F	539	52.6	283.5	24.7	213.5	408.0	20.3	70.8	7.8	5.3	17.7

注) 上川農試(旭川市永山)、三要素試験圃場

品種: ゆきひかり

施肥量-NP₂O₅-K₂O: 8-8-8 kg/10a

2) ケイ酸資材、マンガン資材

ケイ酸資材であるケイ酸カリの効果は平成4年よりも平成5年で明らかに大きかった。これは登熟歩合の著しい向上効果によるものであった。また蛋白含有率も平成5年における低下の効果が大きく、冷害年では食味に対しても影響を与えるものと思われた(表V-36)。

次にマンガン質肥料の施用効果をみると玄米収量は対照区に対し、平成4年では菱マンガン施用区が1~2%の増収であったが、平成5年はこれが3~4%と大きく、効果的であった。この効果は生育の促進によるものと思われた(表V-37)。

(稲津 脩)

(4) 有機物施用の影響

上川農試の長期有機物連用圃場では、玄米収量に対する堆肥の効果が豊作年で大きく、中間年、冷害年の順で小さくなっている(表V-38)。昭和46(典型的障害型冷害年)、昭和58(典型的遅延型冷害年)の両年における例から、どちらかというと、堆肥や稲わらの効果は障害型と遅延型で影響の出方が異なっているものと判断される(表V-39)。すなわち、障害型冷害の年には、堆肥連用により減数分裂期に窒素吸収がおう盛となるため、不稔発生を助長し易く、収量に負の影響を与える年が認められる。稲わらの連用区は窒素の発現が遅れ、その時

表V-36 ケイ三資材が養分吸収と生育収量に及ぼす効果（上川農試）

処 理	成熟期・吸収量 (kg/10 a)		不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重収量 (kg/10 a)	白米蛋白 (%)	
	カリ	ケイ酸					
平成 4 年	1.対照	14.0	46.2	14.6	71.7	48.8 (100)	6.8
	2.ケイ酸カリ40区	16.8	56.4	14.3	72.5	51.1 (105)	6.7
	3.ケイ酸カリ120区	17.4	65.4	14.5	74.4	52.9 (108)	6.6
	4.ケイ酸カリ40追肥区	16.5	57.5	13.3	74.3	50.0 (102)	6.4
平成 5 年	1.対照	16.1	67.4	23.3	50.2	39.5 (100)	7.7
	2.ケイ酸カリ40区	12.9	68.3	20.8	51.8	40.3 (102)	7.2
	3.ケイ酸カリ120区	15.3	82.7	21.3	59.0	47.0 (119)	7.1
	4.ケイ酸カリ40追肥区	13.4	69.2	19.3	60.7	49.6 (124)	7.0

注) 上川農試(旭川市永山)、ケイ酸カリ(可溶性ケイ酸30.0%、く溶性ケイ酸20.0%)、40kg/10a・120kg/10a施用

表V-37 マンガン質肥料が生育収量に及ぼす効果（上川農試）

处	理	易還元性 マンガ (ppm)	幼穂形成期		不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米収量 (kg/10a)	白米蛋白 (%)
			基数 (本/m ²)	マンガ含有率 (ppm)				
平成4年	対照	76	926	416	21.7	85.0	488 (100)	7.6
	菱マンガ40	101	853	514	18.5	82.7	498 (102)	7.4
	菱マンガ80	148	1,029	596	17.2	85.5	492 (101)	7.2
平成5年	対照	88	940	400	23.1	50.2	395 (100)	7.7
	菱マンガ40	144	962	560	14.8	53.7	406 (103)	7.6
	菱マンガ80	198	1,012	640	19.6	53.8	410 (104)	7.5

注) 上川農試(旭川市永山)、菱マンガン(可溶性Mn35%、く溶性Mn11%)、40kg/10a・80kg/10a

表V-38 有機物長期連用圃場における玄米収量の年次変異(上川農試)

運用 年次	年度	対照	- N		N増施		堆肥		稲わら春 散布春嫩込		稲わら秋 散布秋嫩込	
		玄米収量 kg/10 a	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比	玄米収量 kg/10 a	収量比
1	S 37	487			469	96	495	102	477	98		
2	38	523			619	118	582	111	523	100	616	118
3	39	453			497	110	447	99	456	101	483	107
4	40	483			534	111	544	113	476	99	479	99
5	41	389			412	106	427	110	401	103	391	101
6	42	497			559	112	567	114	573	115	584	118
7	43	562			585	104	591	105	525	93	602	107
8	44	446			493	111	483	108	474	106	465	104
9	45	487			566	116	521	107	492	101	505	104
10	46	264			242	92	201	76	292	111	223	84
11	47	399	251	63			606	152	481	121	575	144
12	48	418					493	118	428	102	466	111
13	49	519	282	54			557	107	476	92	527	102
14	50	468	341	73	508	109	535	114	414	88	494	106
15	51	442	225	51	479	108	499	113	467	106	488	110
16	52	490	246	50	549	112	572	117	534	109	522	107
17	53	483	298	62	554	115	556	115	552	114	522	108
18	54	422	192	45	476	113	486	115	464	110	474	112
19	55	487	191	39	504	103	520	107	459	94	570	117
20	56	382	216	57	426	112	442	116	405	106	433	113
21	57	568	257	45	591	104	602	106	573	101	578	102
22	58	355	299	84	342	96	386	109	346	97	351	99
23	59	471	239	51	504	107	535	114	521	111	531	113
24	60	429	258	60	387	90	512	119	478	111	487	114
25	61	486	244	50	483	99	540	111	536	110	562	116
26	62	495	278	56	469	95	464	94	475	96	515	104
27	63	436	254	58	457	105	502	115	504	116	497	114
28	H元	543	420	77	543	00	582	107	569	105	551	101
29	2	477	224	47	434	91	541	113	447	94	534	112
30	3	503	366	73	469	93	512	102	557	111	562	112
31	4	374	174	46	325	87	379	101	395	106	417	111
32	5	406	249	61	480	118	442	109	436	107	473	117
31ヶ年平均		459	263	57	481	104	506	110	476	104	500	109
変異係数%		13.9	23.0	20.9	17.6	8.4	16.0	10.5	13.8	7.6	16.1	8.9
豊作年平均		481	266	56	525	107	550	115	50.8	106	535	112
変異係数%		9.8	24.5	18.3	9.2	7.7	6.5	10.3	9.1	8.5	7.5	9.8
中間年平均		489	292	61	496	101	526	108	500	103	536	110
変異係数%		9.3	16.7	17.4	15.2	9.3	8.7	8.0	10.2	8.9	9.3	5.4
冷害年平均		408	221	55	425	104	433	105	417	103	430	105
変異係数%		16.8	21.8	31.1	22.3	8.5	22.6	10.9	14.7	4.9	21.9	9.0

注) 上川農試(旭川市永山)統計量は平成5年度を除く

1) 稲わら連用試験、品種: 37: ふくゆき、38~55: しおかり、56~57: イシカリ

2) 施肥量: N-P₂O₅-K₂O: 8-8-8 kg/10a、N増: N10kg/10a

3) 作況指数106以上豊作年: 42、43、45、47、48、49、52、53、54、59、61、H元、H 2

90以下を冷害年: 39、40、41、44、46、51、55、58、H 4

105~91を中間年他として集計した。

表V-39 代表的障害・遅延・混合型冷害年における有機物効果の比較（上川農試）

年度	全道の玄米収量・作況指数 (kg/10a)	冷害の種別	玄米収量 (kg/10a)・指数		
			対照	堆肥	稲わら春 散布春鋤込
昭和46年	273 (66)	障害型冷害	264 (100)	201 (76)	292 (111)
" 58年	355 (74)	遅延型冷害	355 (100)	386 (109)	346 (97)
平成5年	209 (42)	混合型冷害	406 (100)	442 (109)	436 (107)

表V-40 有機物長期連用圃場の収量及び構成要素（上川農試 1993）

項 目	穂数 (本/㎡)	1穂粒数	総粒数 (×100粒/㎡)	不稔歩合 (%)	収量 (kg/10a)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)
対照	578	46.4	268	22.8	406	20.5	73.8
-N	375	41.3	155	12.4	249	20.3	79.2
N増施	626	55.8	349	25.3	480	20.3	67.8
堆肥	626	48.8	305	27.1	442	20.4	70.8
稲わら春散布、春鋤込	600	58.8	353	32.1	436	20.2	61.0
稲わら秋散布、秋鋤込	589	58.0	342	26.6	473	20.3	68.2

期の窒素濃度が低いことが多く不稔の発生が少なくなる場合もある。逆に遅延型冷害では、不稔の発生を見ないため、粒数増加が玄米収量に好影響を与え堆肥連用区の効果は高い。しかし、窒素吸収が生育後期に多くなる稲わら連用区は登熟不良となり、玄米収量が低下する。平成5年は、混合型冷害であった。上川農試圃場の不稔歩合は対照22.8%、春鋤込32.1%で全般的にほかの地方と比較すると少なかった（表V-40）。従って減収率もそれほど大きなものでなく、406~480kg/10aとなっており、冷害年にしてはかなりの高収であった。堆肥連用区の不稔歩合は対照区よりも高かったが、総粒数が多くなっているぶん、稈実粒数の増加につながった。登熟歩合は、窒素増施よりも高く、堆肥連用区の収量指数が109であった。このように有機物連用の効果は平成5年も大きかった。

（野村美智子、稲津 脩）

(5) 窒素施肥の影響

1) 窒素の分施

平成4年~平成5年の結果より、分施の収量にあたる影響を検討した。総施肥窒素量が同等である全層基肥8kg/10aの区を対照とした場合、平成4年では分施による増収効果が認められる。この増収効果は幼穂形成期が止葉期より高かったが、本年は幼穂形成期で増収が認められ、幼穂形成期後7日目以降の分施では減収していた（表V-41）。

これは本年の幼穂形成期以降の分施の場合に不稔歩合が顕著に増加したこと、また分施による総粒数の増加も止葉期では認められなかったためである。さらに施用された分施窒素の利用も平成4年と比較して低く抑えられており、稲体の全窒素吸収量も止葉期分施で増加しなかった。しかし施肥窒素（重窒素）に白米への分配率は増加しており、その吸収が低温により遅延された可能性が考えられる（表V-42）。

表V-41 窒素分施の収量及び収量構成要素に及ぼす影響（上川農試）

N施用量 (kg/10a)	玄米収量 (kg/10a)		不稔歩合 (%)		千粒重 (g)		総粒数(×100粒/㎡)	
	H 4	H 5	H 4	H 5	H 4	H 5	H 4	H 5
8	575	378	16.4	45.5	20.7	22.2	470	335
6+2 (幼)	617	405	13.9	42.3	20.8	22.3	404	434
6+2 (幼7)	652	334	12.2	58.5	21.1	22.5	431	401
6+2 (止)	515	346	11.2	54.8	21.6	22.8	399	333

注) 分施肥は基肥6kg/10a、分施2kgで行った。

幼: 幼穂形成期、幼7: 幼穂形成期後7日目、止: 止葉期、H: 平成

表V-42 窒素吸収量と窒素利用率及び白米への分配率 (上川農試)

処 理	成熟期全N吸収量 (kg/10a)			施肥N利用率 (%)			施肥Nの白米への分配率 (%)		
	H 3	H 4	H 5	H 3	H 4	H 5	H 3	H 4	H 5
基肥 5 kg/10a	10.1	9.4	8.0	33.8	28.8		17.9	13.9	
基肥 8	12.1	11.0	10.6	29.6	35.4	33.5	15.8	14.1	9.0
分施 2・幼穂形成期	14.5	11.0	11.3	71.0	62.4	56.2	34.6	23.0	28.9
分施 2・幼 1 週後	13.3	12.1		62.1	75.7		27.9	28.2	
分施 2・止葉期	13.5	10.4	10.1	73.5	69.1	60.0	39.4	29.0	32.0

注) 利用率: 基肥のみの区は基肥窒素利用率、分施区は分施の利用率

: 利用率算出のため施肥には重窒素硫酸を施用

分配率も利用率と同様。

H: 平成

2) 側条施肥

全層施肥 (基肥窒素 8 kg/10a) の半分を表層もしくは側条施肥に処理した。全層と側条を比較すると平成 3 年は大差なく、平成 5 年は側条区で減収していた。また両年とも表層施肥区が最も収量が低かった (表 V-43)。

側条施肥区の減収理由は平成 4 年よりも平成 5 年がはるかに不稔歩合が多くなったためである。

特に本年は全層施肥区と比較して総重と窒素吸収量が

高く、その反対にもみ/わら比が低下しており、窒素吸収過剰による茎葉の出来すぎがあったものと考えられる。表層施肥は不稔歩合が著しく低い優点が認められたが、施肥窒素の利用率が低く、総粒数の確保が不十分であったことが減収の要因と考えられた (表 V-44、45)。

3) 緩効性肥料

平成 4 年は対照区に比較して、緩効性肥料区で穂数および収量の増加が認められた。平成 5 年は対照区に比較

表V-43 側条施肥が収量性に及ぼす影響 (上川農試)

処 理	総重 (kg/10a)		もみ/わら比		玄米収量 (kg/10a)	
	H 3	H 5	H 3	H 5	H 3	H 5
全層 8 kg/10a 施肥	1,567	1,285	0.88	0.58	559	378
全層 4 表層 4 kg/10a	1,446	1,101	0.76	0.53	487	300
全層 4 側条 4 kg/10a	1,768	1,391	0.79	0.45	608	344

注) 各区とも施肥は全て基肥として施用

H: 平成

表V-44 側条施肥が収量構成要素に及ぼす影響 (上川農試)

窒素施肥法 (量)	不稔歩合 (%)		千粒重 (g)		総粒数 (×100粒/㎡)	
	H 3	H 5	H 3	H 5	H 3	H 5
全層 8 kg/10a 施肥	15.0	45.5	21.2	22.2	309	335
全層 4 表層 4 kg/10a	10.9	36.5	21.3	21.7	268	294
全層 4 側条 4 kg/10a	10.2	55.1	21.0	21.6	377	389

注) H: 平成

表V-45 側条施肥が施肥窒素の利用率に及ぼす影響 (上川農試)

施肥位置	施肥Nの利用率 (%)		吸収施肥Nの穂への分配率 (%)		成熟期全N吸収量 (kg/10a)		
	H 3	H 5	H 3	H 5	H 3	H 4	H 5
全層 8 kg/10a 施肥	29.6	35.4	70.3	59.8	12.1	8.1	8.0
全層 4 表層 4 kg/10a	23.1	23.5	62.9	66.5	11.9	8.6	6.6
全層 4 側条 4 kg/10a	48.1	32.3	70.7	56.1	14.0	9.3	9.5

注) H 3、H 4 の施肥には重窒素硫酸を使用

利用率: 全層区は全層施肥の、その他は表層および側条施肥分の利用率

H: 平成

表V-46 窒素施肥と生育および収量（上川農試）

窒素施肥量 (kg/10a)	穂数 (本/㎡)		玄米収量 (kg/10a)		成熟期全N吸収量 (kg/10a)	
	H 4	H 5	H 4	H 5	H 4	H 5
8	578	673	381	337	7.11	6.88
6 + 2 (止)	623	759	414	297	8.55	7.10
8セラ30%	659	748	436	350	8.38	8.49
8セラ55% (表層)	631	670	451	356	8.39	7.42

注) 対照のP、KはPK化成で8kg/10a施用
セラ：セラコート、表層：表層5cmに施肥、止：止葉期
H：平成

表V-47 窒素施肥と収量構成要素（上川農試）

窒素施肥量 (kg/10a)	不稔歩合 (%)		登熟歩合 (%)		総穂数 (×100粒/㎡)	
	H 4	H 5	H 4	H 5	H 4	H 5
8	18.2	47.5	69.1	50.2	276	307
6 + 2 (止)	24.8	38.3	67.4	40.5	293	321
8セラ30%	15.5	42.7	67.1	45.1	325	359
8セラ50% (表層)	14.7	26.0	74.5	49.6	296	329

注) H：平成、表V-46参照。

して分施肥区の収量が低下していたが、緩効性肥料区で増収していた（表V-46）。窒素吸収量は両年とも分施肥区、緩効性肥料区で対照区を上回っていた。これは分施肥によって登熟歩合が顕著に低下したためである。これに対し、緩効性肥料の施用は比較的高い登熟歩合を維持していた。緩効性肥料は40日タイプのを普通化成に30%混合したものである。この緩効性肥料は府県で使用されているものより窒素放出速度が速く、かつ持続的であったことで稲体の窒素要求量とほぼ平行し、ゆっくりと吸収されたことが追肥区と相違したものと考えられる（表V-47）。

また緩効性肥料の表層施肥は初期生育の促進効果があり、普通化成の表層施肥では難点であった生育中期の窒

素切れが少ないことで稲体の窒素吸収量が高くなり、これによって穂数、総粒数が早期に確保されたことが収量に好影響を与えたと思われる。

（後藤英次、稲津 脩）

(6) 食味特性に及ぼす影響

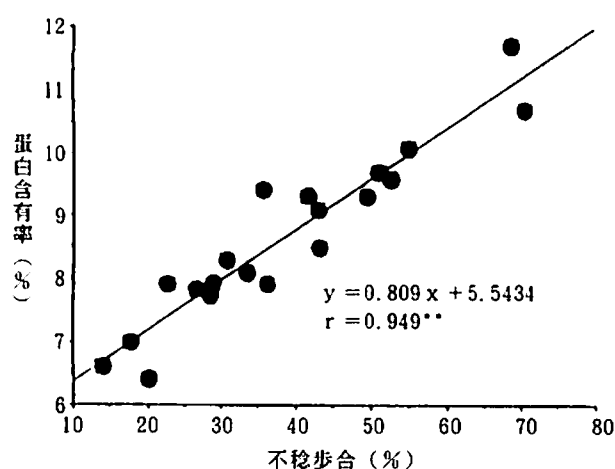
低温年における食味特性は、低い登熟温度に起因する高アミロース化、吸収窒素の玄米生産効率の低下に由来する高蛋白化が予想され、産米の食味は高温年より劣るものと思われる。上川・留萌管内で実施している窒素診断の重要定点におけるアミロース含有率、蛋白含有率の頻度分布と平均値についてみると、アミロース含有率は平成3、4年で頻度分布、平均値ともに類似していたが、

表V-48 上川・留萌管内における産米のアミロース含有率の頻度分布の年次比較（上川農試）

年度	調査点数	アミロース含有率の頻度分布 (%)					アミロース含有率平均値 (%)
		>19%	19~20%	20~21%	21~22%	<22%	
平成3年	72	1.4	27.8	51.4	19.4	0	20.33
平成4年	98	2.0	24.5	61.2	9.2	3.1	20.28
平成5年	42	0	0	21.4	64.3	14.3	21.35

表V-49 上川・留萌管内における産米の蛋白含有率の頻度分布の年次比較（上川農試）

年度	調査点数	蛋白含有率の頻度分布 (%)						蛋白含有率平均値 (%)
		>6%	6~7%	7~8%	8~9%	9~10%	<10%	
平成3年	92	5.4	51.1	31.5	9.8	2.2	0	6.98
平成4年	118	0	12.7	41.5	35.6	8.5	17.0	7.89
平成5年	55	0	10.9	34.6	20.0	29.0	5.5	8.31



図V-14 不稔歩合と白米蛋白含有率の関係
(上川農試)

注) n = 20 :

平成5年はアミロース含有率の平均値でほぼ1%高く、その頻度分布も21%以上が78.6%で平成3年19.4%、平成4年12.3%よりもはるかに高かった(表V-48、49)。これは平成5年が生育遅延により、登熟期間が低温に推移したためと思われた。平成5年の蛋白含有率は平均値で8.31%であり、平成3年の6.98%より1.33%高くなっていた。また9.0%以上の頻度分布が34.5%であり、平成3年の2.2%より著しく高かった。

このような、平成5年の高い蛋白含有率は不稔の発生が主要因として考えられた。明らかに不稔の多いものは蛋白含有率が高く、不稔がほぼ40%以上で蛋白含有率が9%を越え70%の不稔で蛋白含有率は12%にもなっていた(図V-14)。いずれにしろ、不稔が多発した米は高蛋白でまずいことを示すものである。

(稲津 脩、三浦 周)

(7) 土壌診断による窒素追肥の要否判断

平成5年は、約90地点の水田から試料を採取し、土壌窒素診断基準に基づく水田の窒素診断を実施し、診断情報を各普及所に対して提供した。結果としては冷害を最小限に抑える効果があったと考えられる。

1) 分けつ期の窒素診断所見

日照時間は5月下旬、6月上・中旬でそれぞれ24.7、34.1と、平年に比べ7.9時間少なかった。生育状況は、6月20日現在の上川農試作況によれば平年に比べ主稈、葉数の展開が0.3~0.7葉遅れ、茎数も11~33%少なく、やや不良である。

分析の結果、6月22~25日における土壌中無機態窒素量の平均値は平成3、4、5年とも6 mg/100 g前後であり、かなり高い値であった(表V-50)。この主因は、基肥窒素量が多いことに由来するものと思われるが、そのほかに平成2年では作期外の土壌の乾燥と6月の高温、平成3年では6月上・中旬における平年比3.5、2.5℃もの高温、平成4年は6月上・中旬の日照不足による窒素吸収停滞、平成5年は融雪後の土壌乾燥によるN放出量の増大と5月下旬~6月中旬の日照不足による窒素吸収停滞が要因にあげられる。いずれにしても6月22日現在の土壌中無機態窒素の平均値は適正水準よりはるかに高く、特にグライ土は平成4年より1 mg高いことが特徴であり、注意を要する点である。

土壌中無機態窒素が4 mg未満の水田は平成2年で38%、平成3年で13%、平成4年で11%、平成5年で9%であり、土壌窒素診断基準(上川中南部向け)によると幼穂形成期分肥が有効となる割合は平成2年で5.6%、平成3年で0%、平成4年で1.1%、平成5年で0%である。

葉色(SPAD)値は平成3年で36.5、平成4年で33.6、平成5年で35.5であり、大差がなかった。しかし、草丈、株当たり茎数は平成2年35.4cm、16.9本、平成3年37.7cm、19.4本、平成4年30.3cm、14.1本、平成5年27.5cm、8.3本であり、平成5年は初期生育が良かった平成3年に対し、茎数で42.8%であり、この時の草丈は72.9%となっており、著しく生育不良である。この状況は過去3ヶ年間で、最も生育が遅れ、かつ土壌中の無機態窒素残存量の多いことから遅延型冷害の危険性と穂揃性劣化による品質低下が心配される。

窒素動態モデルによるシミュレーションの結果、平成5年の幼穂形成期は今後の気温が平年並に推移した場合、

表V-50 窒素診断結果の年次比較(上川農試)

年次	土壌無機態窒素 (mg/100 g)			水稻窒素保有量 (kg/10 a)		
	5月30日	6月25日	7月11日	6月25日	8月1日	9月30日
平成2年		5.05	2.18	2.12		11.96
平成3年	6.23	5.81	2.27	2.17	8.81	11.13
平成4年	6.59	6.12	3.22	1.18	9.11	11.14
平成5年	6.80	6.53	4.82	0.67	8.08	10.81

注) 定点平均。

平成3年より9日、平成4年より2日遅れ、平年より1℃低く推移した場合はさらにこれより1日遅れると予測される。また、出穂期は今後の気温が平年並に推移した場合、平成3年より6日遅れ、平成4年並となり、平年より1℃低く推移した場合はさらにこれより2日遅れると予測された。一方、出穂期の水稲窒素保有量はほぼ平成4年並となることが予測されるものの、乾土効果が平年値を上回る可能性もあり、これによるN吸収量の増大が懸念される。この予測から、平成5年の水稲は構成要素の増大と登熟歩合の低下が考えられ、分追肥効果はほとんど期待できないものと思われる。

2) 幼穂形成期の窒素診断所見

6月22日から7月12日までの気象は、前半は低温寡照、後半は高温多照に推移し、水稲の生育が回復に向かった。土壌窒素の平均値を比較すると、6月25日の6.5mgに対

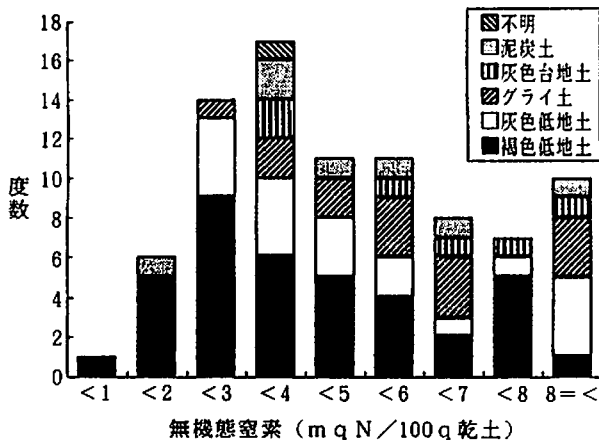
し、7月12日の4.8mgと20日間に1.7mg低下した(表V-50)。しかし、この値は平成2、3年の2倍以上の数値である。

土壌中無機態窒素が2.0mg以上の水田は平成2年の35%、平成3年の52%、平成4年は72%で、平成5年は92%と極めて多い(図V-15)。しかし、草丈・茎数は平成4年をやや下回り、この状態はさらに分けつを増加させる可能性を示唆するものである。加えて土壌中の残存窒素量が高いことは葉身窒素濃度を高め耐冷性を低下させ、さらに節間伸長を助長させ耐倒伏性を弱める可能性が大きく最も注意を要する点である。

シュミレーションによると、出穂期・窒素吸収量は平成4年並と予測された。

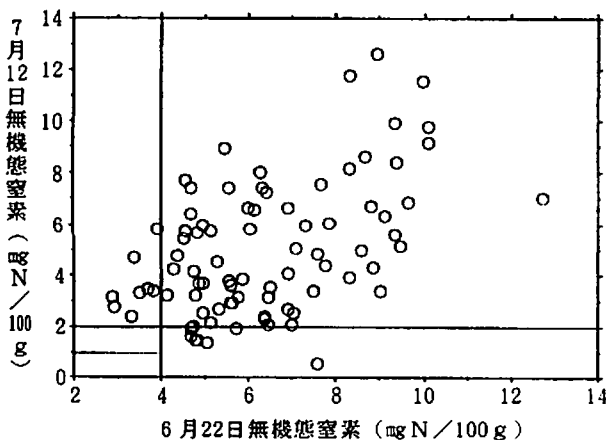
以上、平成5年は土壌中無機態窒素2.0mg未満の水田が8%認められたが、1.0mg未満は0%であり、止葉期の分追肥を可とする水田はない(図V-16)。

(三浦 周)



図V-15 幼穂形成期における農家水田土壌の無機態窒素現存量(平成5年7月12日)

注) n=55



図V-16 農家水田の土壌の無機態窒素による窒素分施判断基準(上川農試 1993)

(8) 小 括

① 土壌および作物体の養分の動向

水田土壌からの N_0-N の放出量は昭和58年の冷害年よりもはるかに大きく、平年に近かった。稲体の窒素吸収は乾物重の増大と類似した傾向にあって、平年に比較して7月中旬～8月中旬にかけて緩慢であったが、窒素含有率は高く推移した。稲体の養分吸収は窒素、ケイ酸の吸収量が平成2年よりも少なく、カリが多少多くなっていた。リン酸は生育の初期ですくなく、その後の吸収により平年と差が認められなかった。

② 養分吸収と不稔発生および登熟歩合の関係

不稔歩合と養分含有率には窒素、リン酸、カリ、苦土で正、石灰、ケイ酸、マンガンで負の相関が認められた。不稔歩合の高いものは稔実初登熟歩合が低下していた。これは不稔の発生により転流場所を失った窒素が稲わらに蓄積したために栄養生長が持続したためと考察した。

③ 肥料三要素および土壌改良材の効果

-N区は穂数が少ないことにより低い収量レベルであった。-P区、-K区は不稔歩合が大きく、登熟歩合が低いことなどにより、3F区よりも収量は著しく低下していた。またケイ酸質肥料やマンガン質肥料の施用効果は平成5年でより明確であった。

④ 有機物の影響

堆肥連用区および稲わら連用区の不稔歩合は対照区よりも高かったが、総穂数が多くなっている分、稔実穂数の増加につながり増収となった。稲わら春鋤込み区は秋鋤込み区に比べ不稔歩合が高く、登熟歩合が低かった

め、玄米収量が劣った。

⑤ N施肥法との関係

玄米収量は平成3、4年と異なり、窒素の基肥8kg/10aよりも4kg/10aで高くなっていた。幼穂形成期分施ではやや増収したが、ほかの時期の分施は不稔歩合が高まり減収した。表層施肥の不稔歩合は著しく低かったが、窒素の利用率が低く収数不足となり、収量が低かった。しかし、緩効性窒素の表層施肥はこのような表層施肥の欠点を補って、不稔歩合が少なく高収であった。

⑥ 食味特性に与える影響

平成5年度は3、4年よりもアミロース、蛋白ともにほぼ1%高くなっており、食味は著しく不良と判断された。この高い蛋白含有率は不稔歩合の高いことに起因していた。

⑦ 窒素追肥の要否判断

上川・留萌管内の農家圃場を平成2年から平成5年の4ヶ年間、土壤中 $N_i - N$ および水稻のN吸収を調査し追肥の要否判定を実施した。これによる平成5年は6月下旬、7月中旬ともに土壤中の $N_i - N$ は極めて高く、両管内のほとんどすべてで追肥を可とする水田は認められなかった。