

- 12) 復元田における減肥の効果が顕著であった。
- 13) 57年産米と比較すると、最高粘度に較差が認められ、早生種で N12kg, 中晩生種では N6 kg での較差が大きかった。また、アミロース含有率も 2%程度高く、食味特性が劣った。
- 14) 以上の結果を総括すると、冷害年においては基肥窒素を減肥し、分施肥系をとることの重要性と、緩徐に放出される地力窒素を勘案した施肥窒素量の決定が必要である。いずれにしても、寒冷地稲作においては天候不順に対処できる余地を残こした施肥体系が一層必要となろう。

(古山芳広)

2. 中央農業試験場 ～稲作部栽培第一科～

(1) 土壌環境の年次間差異

1) 耕起前のほ場の乾燥状態

水稻の初期生育は、耕起・碎土時のほ場の乾燥程度と密接に関係する。そこで、昭和56年以降3ヶ年にわたる土壌含水比及び3相分布の推移を稲わら連用ほ場(グライ土)で調査した結果を表III-20に示した。

表III-20 土壌3相分布の年次別推移

年次	区名	層序	含水比 (%)	容積重 (g/100=1)	3相組成 (%)			全孔隙率 (%)	容気度 (%)	飽和透水係数 (K _{sat} , cm/sec)	
					固相	液相	気相				
昭56年	対照区	作土	48.9	103.8	38.7	50.9	10.4	61.3	21.2	2.0×10 ⁻⁶	
		心土	57.5	100.4	37.5	57.7	4.8	62.5	7.8	7.5×10 ⁻⁶	
	堆肥区	作土	57.2	96.3	34.9	55.1	10.0	65.1	15.2	1.9×10 ⁻⁶	
		心土	64.3	95.0	35.9	61.1	3.0	64.1	4.7	4.0×10 ⁻⁶	
	稲わら秋散布区	作土	78.0	86.2	31.1	67.2	1.7	68.9	2.4	3.8×10 ⁻⁷	
		心土	71.1	90.0	33.6	63.9	2.5	66.4	3.7	3.3×10 ⁻⁶	
	稲わら春すき込み区	作土	62.3	94.4	36.3	59.4	4.3	63.7	6.8	5.1×10 ⁻⁷	
		心土	63.3	92.7	34.3	58.7	7.0	65.7	10.7	4.2×10 ⁻⁷	
	昭57年	対照区	作土	48.0	110.5	40.3	53.0	6.7	59.7	11.2	1.2×10 ⁻⁵
			心土	57.7	101.7	36.8	58.5	4.7	63.2	7.4	7.0×10 ⁻⁷
堆肥区		作土	54.2	101.4	39.0	55.0	6.0	61.0	9.8	2.0×10 ⁻⁵	
		心土	57.4	103.6	37.2	59.9	2.9	62.8	4.6	4.6×10 ⁻⁷	
稲わら秋散布区		作土	75.3	83.9	32.2	63.2	4.6	67.8	6.8	1.6×10 ⁻⁴	
		心土	76.7	85.4	30.5	65.3	4.2	69.5	6.0	8.5×10 ⁻⁵	
稲わら春すき込み区		作土	75.3	88.1	32.2	63.2	4.6	67.8	6.8	1.6×10 ⁻⁴	
		心土	59.9	101.1	36.0	60.5	3.5	64.0	5.5	3.9×10 ⁻⁶	
昭58年		対照区	作土	30.0	124.5	56.6	37.4	6.0	43.4	13.8	-
			心土	31.2	128.7	59.3	40.2	0.5	40.7	1.3	-
	堆肥区	作土	37.6	108.7	46.6	40.9	12.5	53.4	23.4	-	
		心土	31.1	123.3	56.8	38.4	4.8	43.2	11.1	-	
	稲わら秋散布区	作土	35.3	111.2	53.5	39.2	7.3	46.5	15.7	-	
		心土	46.0	101.6	48.8	46.7	4.5	51.2	8.8	-	
	稲わら春すき込み区	作土	34.9	97.1	41.6	33.9	24.5	58.4	42.0	-	
		心土	34.5	114.7	51.6	39.6	8.8	48.4	18.2	-	

注) 作土: 0~10cm, 心土: 10~20cm

耕起時のほ場の乾燥度合はその年の融雪時期や降雨量、降雨日数などによって支配されるものであるが、過去3ヶ年の比較では56、57両年に比べ58年の土壤乾燥程度が最も良好である。この要因としては57年秋の晴天続きによる土壤乾燥の促進と58年春の融雪期が平年に比べ一週間程早く、かつその後も小雨で経過したことなどがあげられる。

2) 湛水期間中の地温の比較

表III-21 月旬別日平均積算地温の推移 (℃)

年次	5月			6月			7月			8月			日平均 積算地温
	下*	上	中	下	上	中	下	上	中	下**			
昭56年	100.0	112.2	166.4	172.2	177.4	224.0	261.7	221.1	205.5	146.5	1.787		
昭57年	123.8	146.3	199.7	172.6	210.4	211.5	223.9	225.3	221.3	177.5	1.912		
昭58年	119.3	142.2	142.9	156.2	175.6	186.0	218.4	219.2	219.9	153.5	1.733		

注) ①測定位置…地中深5cm
②*…5月23~31日, **…8月21~28日

つぎに、3ヶ年の日平均積算地温を対比すると、57年に比べ56、58の両年はいずれも125、179℃下回っており、これを1日当りの平均地温に換算すると各々1.3、1.8℃低く推移したことになる。一方、年次的な特徴として56年は5月下旬~6月中旬及び7月上旬が、また58年は6月中旬~7月中旬の日平均積算地温が57年に比べいずれも著しく低く推移している。

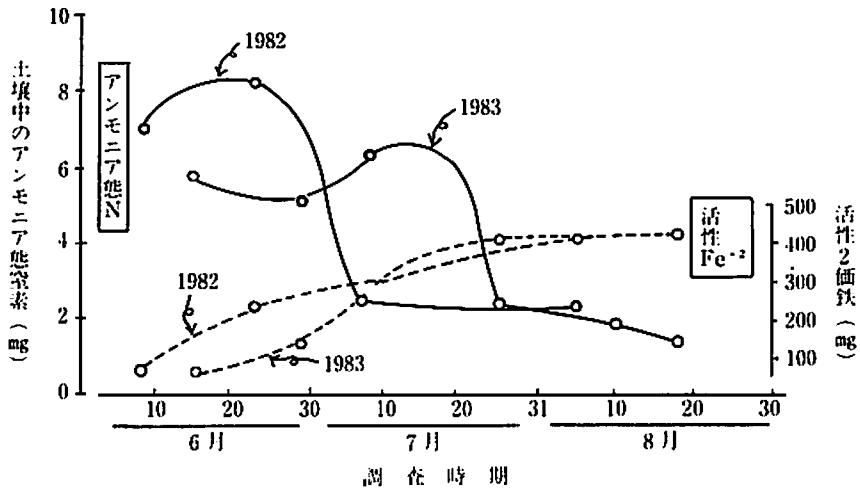
このように、56、58の両年は57年に比較して水稻根圏域の地温が低く推移したため、生育初期における水稻の施肥並びに土壤養分の吸収が遅延し、生育後半にまでずれこんだことが遅延型冷害を一層助長する要因となった。

3) 土壤養分の動向

表III-22 年次別土壤養分の動向 (グライ土)

区別	NH ₄ -N (mg/乾土 100g)													
	6月1日	6月8日	6月15日	6月19日	6月23日	6月29日	7月7日	7月8日	7月15日	7月25日	8月3日	8月5日	8月10日	8月18日
昭56	村照区	6.67		7.30		2.40		4.78		3.49				
	埴尻区	5.27		5.23		4.91		4.02		3.89				
	稻わら区	6.35		5.56		3.97		4.36		3.90				
昭57	村照区		6.96		6.36		2.34					1.60		
	埴尻区		8.09		9.61		2.39					2.15		
	稻わら区		5.80		8.41		2.38					3.48		
昭58	村照区			5.10		4.40		5.71		2.58			1.18	1.18
	埴尻区			5.78		6.17		6.98		2.73			1.99	1.28
	稻わら区			6.26		4.63		6.35		2.00			2.44	1.78
昭56	村照区	Bray No2 P ₂ O ₅ (mg/乾土 100g)												
	村照区	25.0		4.4		13.6		24.7		92.5				
	埴尻区	19.4		7.5		20.7		27.8		89.0				
	稻わら区	28.6		17.2		32.0		33.6		107.2				

区 分		Bray No 2 P ₂ O ₅ (mg/乾土 100g)													
		6月1日	6月8日	6月15日	6月19日	6月23日	6月29日	7月7日	7月8日	7月15日	7月25日	8月3日	8月5日	8月10日	8月18日
昭 57	対照区			22.8		35.9		49.0					57.5		
	堆肥区			27.1		47.9		64.1					68.6		
	稲わら区			31.7		56.8		87.0					72.7		
昭 58	対照区			26.2			32.9	45.9			69.3	59.4	51.9		
	堆肥区			43.4			52.4	77.5			92.3	67.9	51.7		
	稲わら区			45.5			42.1	67.6			78.4	69.3	46.2		
		活 性 Fe ²⁺ (mg/乾土 100g)													
昭 56	対照区			32.3		148.4		194.2		287.3		465.2			
	堆肥区			16.2		146.1		236.9		332.3		513.1			
	稲わら区			82.9		251.3		305.3		532.4		550.5			
昭 57	対照区			58.7		231.0		282.7				409.7			
	堆肥区			99.4		274.2		353.9				516.1			
	稲わら区			183.2		464.9		569.3				717.4			
昭 58	対照区			52.0			131.2	277.9			401.5	442.7	414.0		
	堆肥区			117.6			288.5	405.9			437.9	410.1	402.1		
	稲わら区			113.7			289.7	473.0			468.0	470.8	439.5		



図III-10 土壤中NH₄-N及び活性Fe²⁺の推移

つぎに、3ヶ年にわたる土壤養分の動向を表III-22に、また平温年(57年)及び低温年(58年)におけるアンモニア態窒素、活性2価鉄の推移を図III-10に示した。

それをみると、土壤中の可給態りん酸(Bray No2 P₂O₅)及び活性2価鉄濃度は各年次とも有機物施用(堆肥区、稲わら秋すき込み区)が無施用(対照区)に比べ高く推移する様子がかがえるが、同時に年次間の変動もみられる。

すなわち、低温年の56、58の両年は平温年の57年に比べ各処理とも生育初期のP₂O₅及び

Fe²⁺濃度が低い。さらに、図III-10から明らかなように、低温年(58年)では平温年(57年)に比べ生育初期のNH₄-N濃度が低く、中期で高まる傾向にある。ちなみに、58年における7月上旬の土壤中NH₄-N濃度は乾土100g当り6mg前後で、この値は平年(57年)の3倍以上にも相当する。

このように、平温年に比べ低温年では地温の上昇が緩慢であるため、土壌から水稻体へ供給される可給態窒素及びりん酸などが生育中期以降に集中されたものと考えられる。また、このことが水稻の後出来、登熟不良及び品質低下を招く原因となった。

(2) 水稻の年次別施肥反応

1) 窒素施用量及び施肥法との関連

ア. 窒素施用量

昭57, 58両年の稲体N含有率及び吸収量の推移をグライ土及び泥炭土で検討した結果を表III-23に示した。

表III-23 稲体N含有率及び吸収量の年次別推移

(供試品種：みちこがね)

年次	土 壤	N 含有率 (%)						N 吸 収 量 (g/m ²)						
		茎		葉		9/28		茎		葉		9/28		
		6/24	7/9	8/1	8/12	ほ	わら	6/24	7/9	8/1	8/12	ほ	わら	計
昭57	グライ土	3.70	3.39	1.40	1.30	1.16	0.76	0.77	3.20	10.20	10.41	7.59	3.11	10.70
	泥炭土	3.27	2.83	1.75	1.50	1.09	0.78	0.58	1.90	9.51	10.53	8.48	2.83	11.31
昭58		茎		葉		10/6		茎		葉		10/6		
		6/30	7/25	8/8	8/22	ほ	わら	6/30	7/25	8/8	8/22	ほ	わら	計
		グライ土	4.24	3.51	2.55	1.66	1.29	0.84	0.22	2.70	7.08	9.13	6.57	3.89
泥炭土	3.61	3.25	2.93	2.46	1.38	1.35	0.17	3.10	5.57	10.06	7.33	5.20	12.53	

両年次とも、分けつ期並びに幼形期の稲体N含有率及び吸収量はともにグライ土が泥炭土を上回るが、止葉期以降のN含有率及び収穫期のN吸収量は逆に泥炭土の方がグライ土に勝っている。また、年次間の比較では平温年(57年)に比べ低温年(58年)では各生育ステージともN含有率が高い反面、止葉期までのN吸収量が著しく少ない特徴を示している。

とくに、止葉期(57年：%, 58年：%)、及び出穂期(57年：%, 58年：%)のN含有率の較差が大きく、このことが58年の遅延型冷害を拡大させる結果となった。

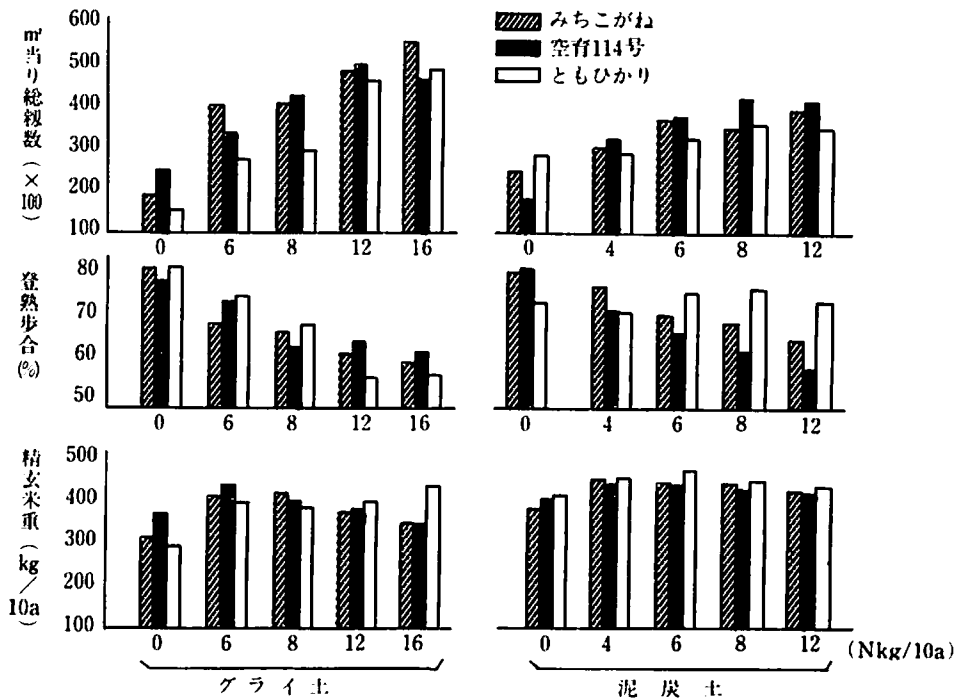
つぎに、生育及び収量に及ぼす施肥窒素の反応をみると、年次による品種の相違はあるものの、平温年の57年は低温年の58年に比べ幼形期の草丈、茎数並びに稲体N吸収量が何れも勝り、かつ施肥窒素量増大に伴う茎数の増加が顕著に認められる。さらに収量的な面でも、平温年では施肥N量増大に伴う精玄米重、完全米歩合の低下並びに青米歩合の急激な増加はほとんどみられない。それに対し、低温年では基準施肥量(N 8 kg/10 a)以上のN施肥レベルでは登熟歩合、精玄米重及び完全米歩合が著しく低下しており、収量・品質的には基準施肥を25%減じたN 6 kg/10 aが最も安定している。

一方、低温年における品種別施肥窒素の応答性をグライ土及び泥炭土の両土壌で検討した結果をみると、グライ土では施肥N量の増大に伴って各品種とも総収量は明らかに増加の傾向を

表III-24 年次別施肥要素の反応

(グライ土)

年次	品種	N施用量 (kg/10a)	7月12日(昭57) 7月25日(昭58)			㎡ 当り		登熟 歩合 (%)	総 重 (kg/10a)	もみ ／ わら	精 玄 米 重 (kg/10a)	同 比 (%)	千粒重 (g)	青米 歩合 (%)	完全米 (%)	等 級
			草丈 (cm)	茎数 (本)	N 吸収 (g/㎡)	穂数 (本)	総穂数 (×100)									
昭57	キタヒカリ	4	41.9	21.5	1.91	529	328	68.7	1155	1.01	424	89	21.1	17.2	71.8	2上
		8	42.6	27.9	2.29	590	372	66.0	1247	1.19	478	100	21.5	14.8	74.5	2中
		12	45.6	28.5	2.94	691	428	53.5	1356	1.09	488	102	21.0	19.1	72.5	2上
		16	45.1	37.2	3.76	726	443	52.0	1407	0.90	485	102	21.1	20.1	73.4	2上
昭58	みちこがね	0	36.8	7.4	1.15	275	190	82.1	696	1.42	301	74	21.6	29.4	58.3	2中
		6	41.1	13.5	1.73	495	400	69.7	1003	1.36	398	98	20.9	39.7	47.8	3中
		8	42.2	16.5	2.70	523	403	68.0	1101	1.22	407	100	20.0	47.8	37.0	3中
		12	43.1	16.6	3.10	550	481	62.9	1136	1.14	362	89	19.6	49.7	35.4	ミ乙
		16	41.7	15.1	3.03	578	550	61.1	1179	1.08	338	83	19.5	52.9	28.0	ミ甲



図III-11 低温年における品種別施肥Nの反応 (1983)

示すが、登熟歩合はそれとは逆に低下の関係にあり、最高収量は「みちこがね」；N 8 kg/10 a, 「空育114号」；N 6 kg/10 a, 「ともひかり」；N 12~16kg/10 a で「空育114号」は他の2品種に比べ少肥レベルで高い収量を得た。また、泥炭土ではグライ土に比べ施肥N用量に対する各品種の反応は鈍いが、「空育114号」は「みちこがね」及び「ともひかり」に比べると反応がシャープで、

最高収量も他の2品種がN 4～8 kg～10 aであるのに対し、後者ではN 4～6 kg/10 aと少肥レベルにあった。

以上のように、遅延型冷害の58年は平温年の57年に対比すると水稻による施肥並びに土壤窒素の吸収が止葉期以降に集中したため生育後半の稲体N含有率が著しく高く、結局そのことが登熟不良、完全米歩合並びに品質低下を招く最大の要因となった。さらに、N用量試験結果が示すようにN過剰施肥はその傾向を一層強める結果となった。

イ. 窒素施肥法

窒素施肥法として、従来から全層施肥、表層施肥、局所施肥及び分追肥などの施肥技術があるが、平温年(57年)及び低温年(58年)でそれら窒素施肥法について検討した結果を表III-25に示した。

表III-25 窒素施肥法と水稻の生育及び収量との関係

(供試品種：みちこがね)

年次	土 壤	区 名	7月12日(昭57) 7月22日(昭58)			㎡当り		登 熟 歩 合 (%)	総 重 (kg/10a)	収 量 / 同 比 (%)	精 玄 米		青 米 歩 合 (%)	完全米 歩 合 (%)
			草 丈 (cm)	茎 数 (本/㎡)	N吸収量 (g/㎡)	穂 数 (本)	穂 数 (×100)				収 量 (kg/10a)	同 比 (%)		
昭57	グライ土	全量全層区	46.5	722	3.20	620	315	80.0	1270	1.06	517	100	10.5	73.5
		全量側条区	42.4	883	4.70	635	321	79.8	1306	1.04	529	102	11.0	72.8
	泥炭土	全量全層区	36.3	549	1.90	539	389	74.6	1342	1.38	608	100	12.4	76.5
		全量側条区	42.2	832	2.18	653	403	76.4	1415	1.35	662	109	11.1	80.3
昭58	グライ土	全量全層区	40.0	417	2.98	554	311	62.0	1110	0.81	328	100	55.0	29.0
		全層50%表層50%区	41.2	541	4.08	509	328	68.5	1120	1.03	382	117	50.8	37.0
		全層50%側条50%区	40.4	586	5.56	579	356	68.0	1180	1.02	404	123	51.0	36.0

それをみると、両年次とも側条施肥区(粒状化成の局所施肥)は全量全層区に比べ初期生育量が旺盛で、茎数及び稲体吸収N量は何れも側条施肥の方が勝っている。また、成熟期の穂数、総穂数並びに登熟歩合も後者に比べ前者の方が上回り、その結果精玄米重比では2～23%の増収率を示している。さらに、側条施肥と表層施肥間の比較でも生育促進並びに収量の両面にわたり側条施肥の有利性がうかがえる。

表III-26 窒素の仮の施肥効率*

(グライ土、昭和57年)

N 施 肥 量 (kg/10a)	幼 穂 形 成 期			成 熟 期		
	全 層	側 条	側-全	全 層	側 条	側-全
4	21.3	57.8	36.5	55.0	47.5	-7.5
6	18.3	50.7	32.4	46.7	40.0	-6.7
8	21.1	39.9	18.8	55.0	63.7	+8.7
10	26.6	37.7	11.1	50.0	57.0	+7.0
12	22.0	31.7	9.7	55.0	58.3	+3.1

* NA kg 施肥区の養分吸収量 - 無N区の養分吸収量 = B

$\frac{B}{A} \times 100 = C\%$ (仮のN施肥効率)

なお、グライ土において全量全層施肥と全量側条施肥間の仮のN施肥効率を対比してみると、成熟期の少肥レベルを除けば何れも側条>全層の関係にあり、とくに成育初期の少肥レベルでは側条施肥の施肥効率が極めて高い特徴を示している。

したがって、側条施肥は全層施肥に対比して初期生育促進効果が高く、寒地稲作の安定・確収窒素施肥技術として高く評価される。また側条施肥は水稻の初期生育、収量並びに施肥効率などの面からみて表層施肥技術を凌ぐ新局所施肥法で、今後の普及が期待される。

2) リン酸肥沃度と施肥法改善

寒地水稻の安定・良質化を図るうえでりん酸施肥の意義は大きい。さきの表III-22で示したように、低温年の56年は平温年の57年に比べ生育初期の土壤中の可給態りん酸濃度が低く推移した。さらに、表III-27から明らかのように、グライ土及び泥炭土とも3要素区に比べ堆肥

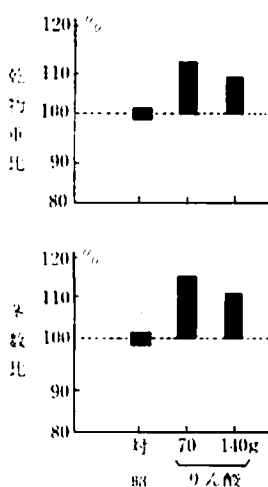
表III-27 土壤並びに処理別りん酸濃度の比較

(昭58年)

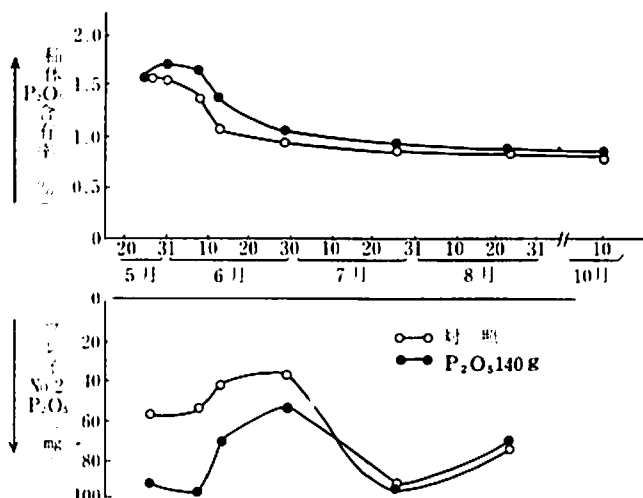
土 壤	区 名	Bray No2 P ₂ O ₅ (mg/乾土100g)				
		6月20日	6月29日	7月8日	7月25日	8月17日
グライ土	無りん酸区	23.8	20.6	18.7	31.8	20.3
	3要素区	41.1	32.5	32.4	54.3	60.9
	3+堆肥区	41.7	37.0	39.4	65.1	62.9
泥炭土	無りん酸区	15.0	10.2	12.0	23.3	13.1
	3要素区	36.6	39.6	32.4	67.5	49.6
	3+堆肥区	41.4	40.7	39.3	75.5	60.9

併用区で高く、無りん酸区で著しく低い特徴がみられ、とくに泥炭土でその傾向が顕著である。

つぎに、りん酸施肥法改善の一端として本田移植直前の育苗箱(中苗・箱マツト苗)に対するりん酸資材の表面施用が本田移植後の水稻の初期生育並びに収量に及ぼす影響を57, 58両年にわたり泥炭土で検討した。その結果を図III-12~III-13及び表III-28に示した。



図III-12 分けつ期における本数及び乾物重の比較(昭58年)



図III-13 土壤及び植物体中りん酸濃度の推移(昭58年)

表III-28 育苗箱に対するりん酸施用が水稻の収量に及ぼす影響

(泥炭土)

年次	区名	m ² 当り		登熟歩合 (%)	もみ ／ わら	精玄米重 (kg/10a)	同 比 (%)	青米歩合 (%)	完全米歩合 (%)
		穂 数 (本)	総穂数 (×100)						
昭57	P* 0	688	257	58.5	1.08	503	100	31.4	54.0
	" 70	691	274	66.1	1.32	512	102	18.4	70.1
	" 140	604	259	68.1	1.19	513	102	25.7	60.8
昭58	P 0	559	403	50.4	1.22	388	100	50.0	34.2
	" 70	595	423	53.0	1.19	416	107	53.0	33.1
	" 140	577	404	52.5	1.24	40.	105	49.0	36.9

P* : P₂O₅g/箱

図から明らかなように、移植直前の育苗箱へのりん酸の施用は、本田移植後の水稻根圏域の可給態りん酸濃度及び稲体りん酸濃度を著しく高め、かつ分けつ期の莖数及び乾物・重比も対照区に比べりん酸施用の方が勝っている。さらに、収穫時の穂数、総穂数、登熟歩合及び精玄米重は何れもりん酸施用の各区が対照区を上回り、傾向としては平温年(57年)より低温年(58

表III-29 りん酸施肥法と水稻の生育、収量との関係

(昭58年)

区 名	グ ラ イ 土								泥 炭 土								
	7.22 穂 数 (本)	穂 当り 穂 数 (×100)	登 熟 歩 合 (%)	も み わ ら	精 玄 米 重 (kg/10a)	同 比 (%)	青 米 歩 合 (%)	完 全 米 歩 合 (%)	7.22 穂 数 (本)	穂 当り 穂 数 (×100)	登 熟 歩 合 (%)	も み わ ら	精 玄 米 重 (kg/10a)	同 比 (%)	青 米 歩 合 (%)	完 全 米 歩 合 (%)	
P*4 全量側条	4	764	318	64.4	0.87	346	99	56.2	31.0	539	315	60.8	1.04	356	99	43.5	42.1
	8	779	341	64.9	0.85	366	105	56.4	32.6	549	362	63.6	1.13	382	106	41.5	42.4
	12	812	351	64.3	0.88	384	110	52.2	34.9	544	348	63.7	0.99	379	105	41.0	46.2
p4 全層60% 側条40%	4	754	349	60.7	0.75	352	101	61.1	25.1	468	352	62.2	1.05	400	111	40.9	44.6
	8	779	386	59.8	0.77	390	112	59.1	26.5	506	367	60.7	1.04	415	115	40.4	47.7
	12	789	364	64.9	0.87	393	113	59.9	26.5	488	355	64.2	1.04	422	117	41.1	46.6
p4 全層60% 表層40%	4	741	293	65.2	0.91	329	94	52.5	33.1	415	312	63.1	1.08	361	101	43.2	45.3
	8	784	304	64.2	0.92	342	98	55.1	35.1	478	305	65.3	1.09	361	100	41.9	46.3
	12	794	312	64.5	0.86	343	98	54.2	35.4	467	311	64.3	1.11	397	110	41.0	47.2
p4 全層全層	4	622	321	61.0	0.85	334	96	60.3	27.0	428	338	56.2	1.16	338	94	46.3	40.6
	8	673	329	60.5	0.90	349	100	60.6	26.8	412	331	61.6	1.14	360	100	45.0	43.4
	12	658	357	61.4	0.89	360	103	58.7	29.4	447	317	59.3	1.20	351	98	41.0	43.0

P* : P₂O₅ kg/10a

年)の方が増収効果大きい。

一方、低温年(58年)におけるりん酸の肥効を全量全層、全層+側条、全層+表層並びに全量側条の各施肥法間に対比してみると、両土壌とも初期生育は全量側条が最も勝り、次いで全層+表層、側条の組合せの順で、これら3施肥法は何れも全量全層施肥をはるかに凌いでいる。

さらに、玄米収量は全層+側条，全量側条が両土壤とも共通に高い増収率を示している。

以上の結果，移植直前の育苗箱に対するりん酸施用並びに粒状化成の局所施肥（側条施肥）は水稻初期生育の向上と玄米生産面に有利に作用し，しかも低温年でその効果の大きいことが明らかとなった。

(3) 地力培養と土壤環境並びに水稻生産性

1) 有機物連用による年次別収量性の変動

ア. 堆肥

湿田型土壤（グライ土，泥炭土）における有機物の長期連用試験の中から，56～58の3ヶ年におわたる稲体乾物重及びN吸収量について示したのが表III-30である。

表III-30 稲体乾物重及びN吸収量の年次別推移

(供試品種：ともゆたか)

土壤	年次	区名	乾物重 (g/m ²)				N吸収量 (g/cm ²)			
			分けつ期	幼形期	出穂期	成熟期	分けつ期	幼形期	出穂期	成熟期
グ ラ イ 土	昭56	-N 区	3.3	52.3	352.6	773.9	0.13	1.67	4.58	6.37
		3F 区	5.4	90.4	694.9	1357.3	0.23	4.00	10.44	13.10
		3F+Comp 区	6.2	96.3	635.3	1367.2	0.25	3.48	9.34	14.94
	"57	-N 区	7.2	40.9	353.8	866.3	0.22	1.13	3.57	8.15
		3F 区	10.9	63.4	696.6	1391.5	0.40	2.10	9.75	13.87
		3F+Comp 区	13.6	68.9	770.4	1447.0	0.49	2.12	12.94	15.65
	"58	-N 区	4.9	60.7	400.3	946.8	0.14	1.87	7.37	9.31
		3F 区	6.6	95.0	696.5	1231.8	0.21	3.46	12.96	13.66
		3F+Comp 区	5.1	82.3	490.4	1203.1	0.15	2.96	10.54	13.91
泥 炭 土	昭56	-N 区	3.0	31.1	277.6	601.1	0.10	0.97	3.97	4.95
		3F 区	5.5	58.4	401.9	1164.8	0.22	2.01	6.87	12.83
		3F+Comp 区	5.0	68.1	458.2	1096.1	0.20	2.40	7.70	12.84
	"57	-N 区	8.5	36.8	301.7	864.0	0.23	0.89	3.71	5.88
		3F 区	8.8	46.2	437.1	1149.5	0.27	1.40	5.90	11.98
		3F+Comp 区	10.6	61.7	451.1	1141.3	0.36	1.77	7.58	12.01
	"58	-N 区	4.7	47.5	313.5	762.0	0.14	1.33	5.14	8.49
		3F 区	5.2	57.0	417.7	998.3	0.18	1.84	8.61	12.40
		3F+Comp 区	8.0	65.3	507.9	1131.5	0.30	2.01	10.72	14.05

注) 施肥量：グライ土…N-P₂O₅-K₂O=8.8-10.0-8.8，堆肥-1,200 (kg/10a)
泥炭土…N-P₂O₅-K₂O=6.0-12.0-10.5，堆肥-750 (kg/10a)

それをみると，両土壤とも堆肥区 (3F+Comp) は3要素区 (3F) に比べ生育初期からの乾物重並びにN吸収量が旺盛であり，その傾向は生育後半まで持続する。また，年次間差異の比較では，低温年 (56, 58年) よりも平温年 (57年) で堆肥施用による初期生育促進の効果が大きい。

つぎに，年次別の玄米重及び収量構成要素を無窒素区 (-N区)，3要素区並びに堆肥区で対比すると，グライ土における穂数及び総粒数は全般に堆肥区が3要素区を上回るが，泥炭土で

表III-31 収量及び収量構成要素に及ぼす有機物連用の影響

(供試品種：ともゆたか)

土壌	年次	区名	㎡ 当り		登熟歩合 (%)	穂/わら	精玄米		屑米重 (kg/10a)	青米歩合 (%)
			穂数 (本)	総穂数 (×100)			収量 (kg/10a)	同 比 (%)		
グ ラ イ 土	昭56	-N 区	330	191	824	1.15	313.6	62	14.5	45.1
		3 F 区	564	344	74.3	1.07	509.1	100	39.0	423
		3 F+Comp 区	635	381	73.8	1.22	550.2	108	44.0	38.8
	" 57	-N 区	437	210	76.2	1.08	350.8	70	5.3	20.6
		3 F 区	556	339	65.9	0.91	502.8	100	8.7	19.0
		3 F+Comp 区	699	364	52.6	0.90	493.1	98	8.4	20.3
	" 58	-N 区	426	277	64.3	1.22	395.6	90	42.5	52.0
		3 F 区	646	413	53.3	1.16	440.1	100	43.5	57.3
		3 F+Comp 区	580	400	56.8	1.34	429.9	98	69.4	55.0
泥 炭 土	昭56	-N 区	300	141	79.1	1.20	243.6	55	11.8	25.0
		3 F 区	561	320	66.0	1.16	446.5	100	36.8	43.7
		3 F+Comp 区	550	303	70.0	1.21	434.4	97	29.2	47.2
	" 57	-N 区	413	194	82.1	1.48	404.1	77	2.8	7.2
		3 F 区	586	328	68.8	1.51	527.9	100	15.2	11.1
		3 F+Comp 区	589	306	69.9	1.31	504.3	96	11.3	14.7
	" 58	-N 区	355	213	67.6	1.36	314.8	79	13.5	33.5
		3 F 区	443	275	65.5	1.38	396.9	100	47.1	50.0
		3 F+Comp 区	492	335	67.8	1.31	454.9	115	32.1	42.6

は一定の傾向は認められない。また、無窒素区では低温年に比べ平温年の方が明らかに収量構成要素が高まっている。これには地温と土壌窒素放出量との差異が関与しているものと思われる。

表III-32 低温年、平温年別の堆肥施用効果

(玄米重：kg/10a)

項 目	グ ラ イ 土			泥 炭 土		
	-N	3 F	3 F+Comp	-N	3 F	3 F+Comp
16ヶ年平均*	367	513	512	417	468	490
同 比 (%)	72	100	100	89	100	105
平温10ヶ年平均**	387	549	548	477	517	538
同 比 (%)	71	100	100	92	100	104
低温6ヶ年平均**	337	446	450	318	386	410
同 比 (%)	76	100	101	82	100	106
$\frac{\text{低温年}}{\text{平温年}} \times 100$ (%)	87	81	82	67	75	76

*：昭43~58年，**：昭45，47~50，52~54，57年

***：昭44，46，51，55~56，58年

さらに登熟歩合、青米歩合及び玄米収量の面では、両土壌とも平温年に比べ低温年の方が精玄米重が低く、かつ屑米重及び青米歩合も著しく増加する傾向にあるが、その程度はグライ土>泥炭土、58年>56年の関係にある。また、低温年における堆肥施用効果も56年のグライ土、58年の泥炭土で各々認められる。

一方、過去16ヶ年(昭43~58年)の玄米収量を平温年と低温年に分けて解析すると(表III-32)、平温年に対する低温年の減収率はグライ土より泥炭土の方が大きい。また処理間の比較では土壌によってその傾向が異っており、低温年の減収率はグライ土で3要素区及び堆肥区が無窒素区より大きいのに対し、泥炭土では逆に無窒素区より3要素区及び堆肥区の方が明らかに大きい。なお、3要素区に比べ堆肥区の方が低温年における減収率が幾分小さいように思えるが、その差異は僅少であり、特筆すべき事象には値しない。

イ. 稲わら

表III-33 稲わら施用が水稻の生育、収量に及ぼす影響

(その1) 昭57年~平温年

(供試品種:ともゆたか)

区名	7月12日		1 穂 穂数	m ² 当り 穂数 (本)	m ² 当り 穂数 (×100)	登熟 歩合 (%)	稲わら	精玄米		屑米重 (kg/10a)	青米歩合 (%)
	草丈 (cm)	葉数 (本)						収量 (kg/10a)	同 比 (%)		
対 照 区	43.6	17.9	55	569	310	71.1	1.32	536.7	100	9.9	14.8
堆 肥 区	43.2	19.1	49	633	310	77.8	1.29	542.7	101	10.9	18.2
稲 秋すきこみ区	40.5	20.2	51	675	344	67.9	1.38	563.0	1.5	13.8	20.9
わ { 秋さんぶ区	41.5	18.5	51	597	305	72.5	1.38	591.5	110	14.3	20.7
ら 春すきこみ区	39.8	16.9	57	546	311	71.2	1.48	551.2	103	16.7	19.9

(その2) 昭和58年~低温年

区名	7月25日		m ² 当り 穂数 (本)	m ² 当り 穂数 (×100)	登熟 歩合 (%)	稲わら	精玄米		屑米重 (kg/10a)	青米歩合 (%)	完全米歩合 (%)	
	草丈 (cm)	葉数 (本)					収量 (kg/10a)	同 比 (%)				
ともゆたか	対 照 区	48.7	16.8	487	351	58.9	1.38	422.1	100	36.2	44.5	34.8
	堆 肥 区	48.5	16.8	580	394	61.5	1.30	480.4	114	23.7	42.3	35.3
	稲 秋すき込み区	43.9	16.0	539	367	58.0	1.50	454.3	108	35.8	40.3	36.0
	わ { 秋散布区	43.5	13.7	506	339	63.8	1.50	410.5	97	19.8	28.5	48.7
	ら 春すき込み区	40.0	11.1	492	290	63.6	1.52	406.7	96	21.9	32.5	45.0
ともひかり	対 照 区	47.8	8.4	391	321	74.5	1.56	466.2	100	39.4	29.2	57.1
	堆 肥 区	50.0	12.5	415	336	77.4	1.55	524.3	113	26.4	27.1	63.1
	稲 秋すき込み区	49.6	12.2	432	359	72.4	1.58	496.4	107	35.6	25.7	61.1
	わ { 秋散布区	48.1	9.5	360	274	71.2	1.48	386.1	83	20.7	18.1	66.4
	ら 春すき込み区	45.7	9.3	399	235	71.7	1.50	381.7	82	24.8	21.7	66.7

稲わら施用が平温年(57年)、低温年(58年)の水稻生育及び収量に与える影響を表III-33(その1、その2)に示した。

その結果をみると、平温年ではいね稲わら施用による初期生育の抑制は比較的小さいが、低

温年の秋散布区及び春すき込み区では分けつ数の著しい低下がみられる。それに比べ堆肥区及び稲わら秋すき込み区の場合にはほとんど影響がみられない。また、収量的な面でも平温年では有機物（堆肥、稲わら）施用による増収効果が大きいのに対し、低温年の稲わら秋散布及び春すき込みの両区は穂数並びに総穂数の不足により減収を招き、かつその傾向は「ともゆたか」に比べ「ともひかり」の方が明らかである。

表III-34 年次別玄米重の推移並びにその特徴

(玄米重：kg/10a)

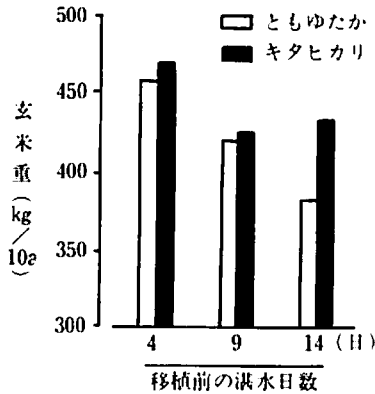
年次	区名					備考
	対照区	堆肥区	稲わら秋すき込み区	稲わら秋散布区	稲わら春すき込み区	
昭●38年	411	414	436	411	369	①供試品種： 昭38～52年 …「栄光」 昭53～58年 …「ともゆたか」 ②●印は冷害年
●39	427	415	422	423	425	
●40	448	452	445	420	417	
●41	418	438	432	427	417	
42	517	557	519	534	539	
43	691	638	557	606	625	
●44	457	458	451	445	442	
45	500	515	506	492	483	
●46	446	471	503	485	472	
47	568	556	545	548	542	
48	563	566	557	528	548	
49	563	567	585	558	548	
50	485	524	476	494	427	
●51	388	397	402	390	374	
52	485	524	476	494	427	
53	568	570	566	570	532	
54	660	670	665	663	628	
●55	487	530	515	504	484	
●56	485	482	473	428	417	
57	537	543	563	592	551	
●58	422	480	454	411	407	
21ヶ年平均	501	512	502	496	479	
同 比 (%)	(100)	102	100	99	96	
CV (%)	16.0	14.0	13.0	15.1	16.0	
平温11ヶ年平均	558	566	547	553	532	
同 比 (%)	(100)	102	98	99	95	
低温10ヶ年平均	439	454	453	434	422	
同 比 (%)	(100)	103	103	99	96	

つぎに、過去21ヶ年（昭38-58年）の玄米重の推移及びその特徴をみると、歴年玄米重の平均値では堆肥区>稲わら秋すき込み区≧対照区>稲わら秋散布区>稲わら春すき込み区の順に高く、稲わら春すき込み区は対照区に比べ4%程度下回っている。また堆肥区及び稲わら秋すき込み区の変動係数は対照区より小さく、このことは気象条件の変動に対する玄米収量の安定確保の面では後者に比べ前2者が勝ることを裏付けている。

一方、平温年（11ヶ年）と低温年の玄米収量の比較では、各処理とも低温年は平温年に比べ20%前後の減収率を示すが、傾向としては稲わら秋すき込み区でその程度の小さい様子がうかがえる。

以上の長期試験結果から考察すると、グライ土に対する稲わら施用が水稻の生育及び収量に与える影響は、秋すき込みの場合は堆肥とほぼ同等に扱えるが、秋散布及び春すき込みでは連用年数を経ても初期生育の抑制と収量構成要素（穂数、総粒数）の確保が困難で収量的にも問題が残される。

なお、低温年（56年）に稲わら春すき込みによる水稻の初期生育不良要因を移植時の土壤環境の面から検討した結果、水稻の初期生育は移植前の湛水日数の長いもの程抑制される傾向に



図III-14 移植前の湛水日数と玄米重との関係

表III-35 移植時の土壤環境（5月30日）

湛水日数	NH ₄ -N (mg/100g)	Bray No.2 P ₂ O ₅ (mg/100g)	活性 Fe ⁺⁺ (mg/100g)
4 日	5.46	29.8	25.3
9	5.29	33.6	66.4
14	5.56	52.6	201.1

あり、かつ玄米収量も明らかに低下した。また、移植時の土壤環境も移植前の湛水日数の増加に伴って還元的となっており、とくに移植14日前に湛水した土壤の活性2価鉄含量は200mg/乾土100g以上にも達していた。したがって、粗大有機物施用条件下における移植作業は湛水・代かき後出来る限り速やかに実施すべきである。

2) 有機物連用による地力の変化

有機物連用が土壤の化学性に及ぼす影響をグライ土及び泥炭土で検討した結果を表III-36（その1、その2）に示した。

それをみると、両土壤とも有機物施用によって全窒素及び全炭素含有率が明らかに高まっている。また、インキュベーション（22℃、28日間）によって生成するNH₄-N及びBray No.2 P₂O₅生成量はいずれも有機物連用土壤が無施用土壤を上回り、とくに稲わら連用土壤でその傾向が顕著である。一方、グライ土では稲わら施用によってpH、置換性塩基含量及び石灰飽和度の低下がみられる。

表III-36 有機物連用が土壌化学性に及ぼす影響

土壌	連用 年数	区 名	層序	pH (H ₂ O)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	22°C, 28日間インキュベーション				CEC (me)	Ex-Bases (me)			石灰 飽和度 (%)	遊離 酸化鉄 (%)
								NH ₄ -N(mg)		Brayn-2P ₂ O ₅ (mg)			Ca	Mg	K		
								乾土	湿土	乾土	湿土						
								乾土	湿土	乾土	湿土		(me)				
グ ラ イ 土	17	3 要素区	作土	5.20	2.26	0.18	12.6	5.79	2.38	20.6	6.3	18.0	10.2	4.1	0.2	56.8	1.00
			心土	5.40	2.17	0.17	12.8	5.18	2.48	12.6	8.2	18.0	10.2	4.3	0.2	56.8	0.49
		3要素+堆肥区	作土	5.45	2.61	0.22	11.9	7.07	2.62	24.1	15.8	20.0	11.2	4.2	0.2	56.2	1.00
			心土	5.60	2.29	0.20	11.5	6.01	2.46	23.4	9.2	19.0	10.7	4.2	0.2	56.5	0.49
泥 炭 土	27	3 要素区	作土	5.38	3.57	0.29	12.3	7.40	2.17	16.4	6.9	26.0	14.5	4.2	0.3	55.7	0.37
			心土	5.25	3.69	0.32	11.5	6.82	1.49	16.6	9.9	26.0	13.7	4.0	0.3	52.8	0.51
		3要素+堆肥区	作土	5.30	4.14	0.34	12.2	8.08	1.81	24.8	11.9	26.5	15.0	5.0	0.4	42.2	0.51
			心土	5.45	3.53	0.34	10.4	8.57	2.14	38.4	20.4	26.5	14.2	5.3	0.4	53.7	0.57
グ ラ イ 土	22	対 照 区	作土	5.25	3.52	0.23	15.3	4.17	1.78	13.5	4.8	25.0	11.7	3.5	0.3	61.9	0.62
			心土	5.28	3.33	0.26	12.8	8.28	1.78	26.9	8.2	25.0	10.8	2.9	0.3	56.1	0.57
		堆 肥 区	作土	5.25	4.32	0.33	13.1	9.66	1.92	45.0	8.5	25.5	13.6	3.5	0.4	63.9	0.59
			心土	5.18	4.13	0.36	11.5	11.59	2.15	45.5	7.8	26.1	12.7	3.3	0.4	62.6	0.55
		稲 刈すき込み区	作土	4.92	3.87	0.31	12.5	12.84	2.68	90.8	10.4	25.8	10.3	2.9	0.5	52.9	0.60
			心土	5.05	4.06	0.43	9.4	12.18	1.78	31.8	9.3	26.1	13.0	3.4	0.6	64.7	0.63
		わ 秋 散 布 区	作土	4.85	3.84	0.41	9.4	13.09	2.41	65.2	35.8	26.4	10.0	3.0	0.5	51.0	0.59
			心土	5.15	4.06	0.39	10.4	9.63	1.50	23.2	9.4	26.6	12.5	3.6	0.5	62.3	0.61
		ら 春すき込み区	作土	4.90	4.15	0.37	11.2	9.92	1.60	55.4	27.4	26.3	9.3	2.5	0.6	47.1	0.56
			心土	5.64	3.89	0.35	11.1	13.55	3.19	26.5	33.0	27.8	14.0	3.9	0.6	66.3	0.64

なお、インキュベーションによって生成するNH₄-N及びP₂O₅を土壌の前処理との関係で対比すると、両土壌とも乾土(含水比≒6%)は湿土(同≒50%)に比べ生成量が高く、かつ有機物連用土壌ほどその傾向がシャープに出現する様子がうかがえる。

さらに、稲わら連用土壌において土壌窒素の発現に及ぼす土壌水分の影響について検討した結果(図III-15)、土壌含水比が10%以下になると土壌のNH₄-N生成量が急激に高まる傾向が認められた。

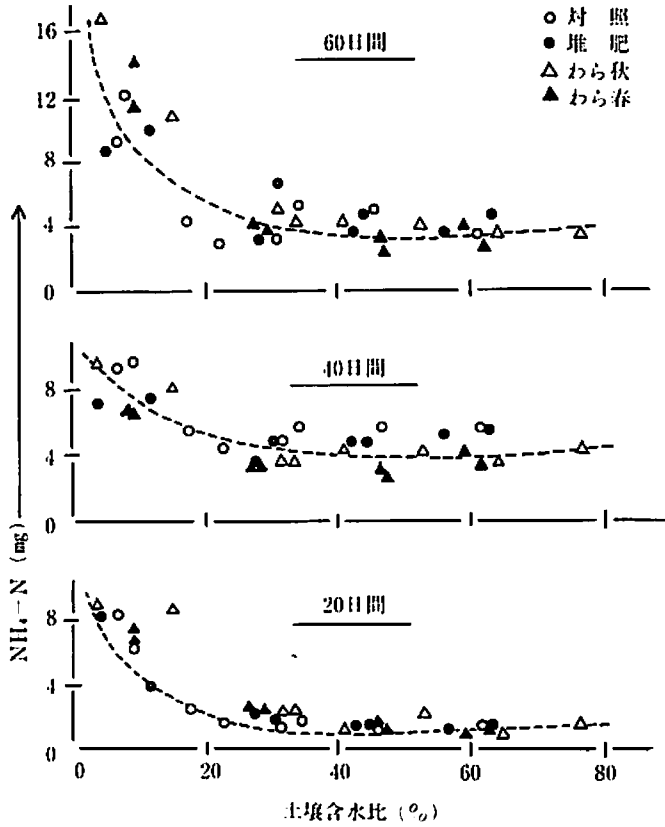
これらのことから、耕起・碎土作業時の土壌水分条件は湿潤で高含水比のものよりも乾燥化過程を経た低含水比のものの方が灌水後の養分放出量が多く、しかもそのことは水稻の初期生育促進並びに登熟良化など遅延型冷害の緩和などの面と連動することが十分に想定される。

(4) 復元田の肥培管理対策

昭和58年の遅延型冷害で最も目についたのは登熟不良で穂重が軽かったにもかかわらず倒伏が意外と多かったことである。とくに復元田では連作田に比べその傾向が強く、今後の他用途米対策などを考えると低温年における復元田の肥培管理が重要となってくる。

表III-37には灰色低地上(空知郡北村豊正一、高井薫氏ほ場)における復元田の試験結果(昭和57, 58年)を示した。

それをみると、復元田は連作田に比べ平温年(57年)及び低温年(58年)とも生育初期の莖



図III-15 土壤水分とNH₄-N生成量の関係

表III-37 復元田及び連作田における生育、収量の比較

(その1) 57年

(供試品種：キタヒカリ)

区名	幼穂形成期 (7月9日)				m ² 当り 総穂数 (×100)	登熟 歩合 (%)	穂 / わら	精玄米 収量 kg/10a	同 比 (%)	層米重 (kg/ 10a)	青 米 歩 合 (%)	
	草 丈 (cm)	茎 数 (本)	乾物重 (g/m ²)	N 吸 取 量 (kg/m ²)								
復元田	全量全層区	41.9	31.2	123.0	33.8	357	59.8	0.82	374.3	(100)	12.8	7.1
	全層+表層区	40.8	27.9	107.1	2.82	365	63.9	0.79	463.6	124	15.8	3.5
	全量側条区	39.4	44.0	144.9	4.25	364	47.1	0.43	311.5	83	19.9	4.9
連作田	全量全層区	38.9	29.6	113.1	2.92	392	72.8	1.04	556.8	(100)	22.6	15.1
	全量側条区	41.0	33.8	117.9	3.57	419	64.1	0.81	506.9	91	29.5	14.7

区名	7月4日		㎡当り	㎡当り	登熟	穂/わら	精玄米		青米	検査		
	乾物重 (g/㎡)	N吸収量 (g/㎡)	穂数 (本)	穂粒数 (×100)	歩合 (%)		収量 (kg/10a)	同比 (%)				
復元田	全量全層区	51.9	1.75	605	436	51.6	0.88	460	100	34.7	43.0	2下
	全層50%表層50%区	62.4	2.11	595	434	532	0.92	469	102	38.5	41.7	3上
	全層70%側条30%区	51.4	1.75	635	476	46.2	0.81	439	95	41.8	47.7	3下
	全層40%側条60%区	52.1	2.04	602	433	44.8	0.75	380	83	47.4	48.9	3下
連作田	全量全層区	43.5	1.65	610	421	51.8	1.03	427	93	46.4	41.4	3上
	全層70%側条30%区	48.6	1.75	615	443	51.2	1.00	458	100	42.6	37.1	2下

数、乾物重並びに稲体N吸収量が勝り、明らかに初期生育が良好な様子が見られる。

また、収量性の面をみると復元田は連作田に比べ施肥N量が少ない(連作田：7.5kg/10a、復元田：6.0kg/10a)にもかかわらず総穂数はそれ程低下せず、低温年においてはむしろ連作田を上回る傾向さえみられる。反面、穂/わら比及び登熟歩合はともに連作田に比べ復元田の方が劣っている。

一方、玄米収量をみると57年の復元田は障害型冷害によって不稔粒が多発したため登熟粒が極めて少なく、精玄米収量も連作田に比べ著しく劣っている。しかしながら、窒素施肥法との関連では全層+表層区(全層50%・表層50%)の減収率が最も小さい特徴を示した。

さらに、58年の遅延型冷害年においては側条施肥を除く他の処理区の玄米収量は復元田の方が連作田を上回っている。

表III-38 節間長の比較

(昭58年)

区名	節間長 (cm)					倒伏程度	
	第1	第2	第3	第4	計		
復元田	全量全層区	22.8	22.4	19.6	6.0	70.8	全面倒伏
	全層50%表層50%区	23.1	23.3	20.9	6.9	74.2	"
	全層70%側条30%区	23.7	22.9	21.1	7.1	74.8	"
	全層40%側条30%区	22.4	23.8	22.9	9.5	78.6	"
連作田	全量全層区	23.2	23.6	19.7	5.2	71.7	なびく
	全層70%側条30%区	22.4	21.7	19.0	6.5	69.6	"

なお、58年の初期生育は57年に比べ極めて不良であり、処理間差異も小さかったが、各区とも幼形期以降のN呼吸が旺盛となったため節長が著しく伸張し(表III-38)、とくに復元田の下位節間長(第3、4節)は連作田を上回り、全面倒伏の原因となった。

以上のように、復元田は連作田に比べ初期育成が良好な反面、生育後半の窒素過剰吸収によって生育が遅延するなど低温年における低温抵抗性の面で難点がある。そのため復元田における肥培管理の基本となるのは施肥Nの減肥であり、かつその施肥法としては全層と表層の組合せが有効である。また、側条施肥は表層施肥に比べて施肥効率が非常に高いため、全量側条を

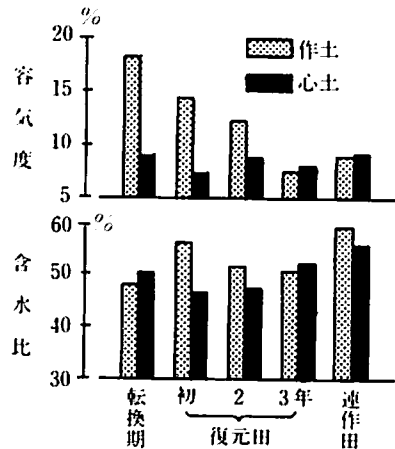
前提とした場合にはさらに減肥が必要と思われる。

表III-39 旬別積算地温の推移 (昭58年)

区分	測定位置	地 温 (°C)							積算地温	
		6 月			7 月			8 月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬		
連 作 田	5 cm	最 高	194.3	187.3	197.4	224.6	224.8	238.8	227.6	1,494.8
		最 低	138.8	144.9	157.2	176.1	185.7	216.1	212.7	1,231.5
		平 均	166.6	166.1	177.3	200.4	205.3	227.5	220.2	1,363.2
	10cm	最 高	179.2	177.4	184.2	202.5	204.4	226.5	215.5	1,389.7
		最 低	141.8	148.5	157.4	177.5	187.6	213.3	206.5	1,232.6
		平 均	1605.5	163.0	170.8	190.0	196.0	219.9	211.0	1,311.2
復 元 田	5 cm	最 高	199.6	185.7	193.7	226.7	226.3	237.3	225.7	1,495.0
		最 低	134.7	140.6	152.0	171.9	196.5	212.5	210.0	1,218.2
		平 均	167.2	163.2	172.9	199.3	211.4	224.9	217.9	1,356.6
	10cm	最 高	180.8	177.9	185.5	206.6	210.9	231.3	218.0	1,411.0
		最 低	145.6	152.4	157.4	181.2	192.7	216.7	210.0	1,256.0
		平 均	163.2	165.2	171.5	193.9	201.8	224.0	214.0	1,333.5

表III-40 減水深調査 (昭57年)

土 壤	減水深 (mm/24h)	
	6月24日	7月28日
復元田	25	16
連作田	11	9



図III-16 土壤含水比及び容気度の差異

つぎに、復元田と連作田の土壤環境を対比すると、復元田は連作田に比べ融雪後及び落水後の地表水の消失が早く、復元2作後においても依然として排水性が良好である。また、湛水後の日減水深並びに地中深10cmの日平均積算地温も連作田に比べ復元田の方が明らかに高まっている。

これらのことから、復元田における水稻の初期生育が連作田に勝る一要因として水稻根圏域の温度較差も当然考慮する必要がある。

(5) 栽培条件と食味特性の関係

1) 昭和55, 56, 57, 58年の食味特性

冷害年における品質、食味の低下は本道稲作に取って深刻な問題である。冷害年には障害型、遅延型に代表されるように年によりその特徴が相違する。したがって冷害年における品質、食味の低下に及ぼす影響も冷害のタイプによって異なるものと考えられる。ここでは昭和55, 56, 57, 58年の冷害年における食味特性の特徴とその変動が栽培条件といかなる関係にあるかを検討した。

表Ⅲ-41には昭和55, 56, 57, 58年の4ヶ年間における中央農試稲作部奨決試験(グライ土)標肥区の食味特性値と登熟期間の積算温度を示した。4品種の出穂後40日間における積算温度の平均値は昭和57年が最も高く817℃、次いで昭和55年763℃、昭和58年742℃、昭和56年716℃の順であった。

昭和57年産米の食味特性値は他の冷害年より優れている。すなわち蛋白含有率がわずかに高いが、アミロース含有率、テクスチュログラム H/H が低く、アミログラム最高粘度が最も高か

表Ⅲ-41 食味特性値と登熟期積算温度の累年比較

年 度	品 種 名	アミロース	蛋 白 %	アミロM.V. B.U.	テクスチュロ H/H	積 算 気 温 (℃)		
						出 穂 後 40 日	出 穂 後 20 日	$\frac{20日}{40日} \times 100$
昭 和 55 年	空育114号	100	7.2	465	9.6	764	393	51.4
	キタヒカリ	100	7.8	390	9.9	756	381	50.4
	ともゆたか	107	7.4	368	13.2	765	397	51.9
	イシカリ	105	7.6	330	11.2	764	393	51.4
	平 均	103	7.5	388	11.0	763	391	51.2
昭 和 56 年	空育114号	95	8.5	415	11.0	724	400	55.2
	キタヒカリ	100	8.0	370	11.9	705	403	57.2
	ともゆたか	102	7.5	348	13.2	720	402	55.8
	イシカリ	104	8.1	312	13.9	715	403	56.4
	平 均	100	8.0	361	12.5	716	402	56.1
昭 和 57 年	空育114号	20.5	8.7	508	4.8	810	443	54.7
	キタヒカリ	21.7	9.0	442	6.6	799	446	55.9
	ともゆたか	22.4	8.2	423	7.4	834	450	54.0
	イシカリ	22.4	8.9	365	7.6	825	446	54.1
	平 均	21.8	8.7	435	6.6	817	446	54.6
昭 和 58 年	空育114号	24.9	8.3	400	6.6	764	424	55.5
	キタヒカリ	25.2	8.4	369	6.9	713	405	56.8
	ともゆたか	25.6	8.4	312	7.8	764	424	55.5
	イシカリ	25.5	8.9	307	8.2	727	407	56.0
	平 均	25.3	8.5	347	7.4	742	415	55.9

注) アミロースは昭和55・56年を含有比、昭和57・58年、含有率で表示した。また、昭和55・56・57年は稲作部成苗標肥区、58年は中苗標肥区を示した。

った。食味特性は登熟期間に高温であることが良く、さらに後半よりも前半の温度が重要なことはすでに明らかとなっている。昭和57年の食味特性値が他の冷害年より優れていたのはこの年の登熟期間の温度、特に出穂後20日間で高いことに由来しているものと思われる。この年は7月下旬の低温による影響が大きく、食味特性に重要な8、9月が平年に近かったことが他の3ヶ年より食味特性を良くした原因と考えられる。

昭和55年産米の食味特性値は蛋白含有率が他の年よりも著しく低く、アミログラム最高粘度も昭和57年に次いで高かった。これは8月下旬低温であったが9月上、中旬に高温に経過したこと、さらに不稔粒が多かったことにより、稔実粒の登熟が進み玄米収量が高まった結果、米粒中の蛋白含有率が低下し、そのぶんだけアミログラム最高粘度が高まったものと思われる。

昭和56年産米の食味特性値は出穂後40日の登熟温度が4ヶ年中最も低かった。アミログラム最高粘度は昭和58年より高いのは蛋白含有率が冷害年のわりに低かったことによるものと考えられる。しかしテクスチュログラム H/μ は他の3ヶ年よりも高く総合的に食味特性値を判断すれば昭和56年産米が4ヶ年中では最も食味の悪い年であったと判断される。

昭和58年の登熟期間の温度は昭和56年よりも高かった。にもかかわらずアミログラム最高粘度では逆に低い。これは昭和58年の収量が著しく低いことによる高蛋白含有率に由来するものと考えられる。アミロース含有率はきわめて高いにもかかわらず、テクスチュログラム H/μ はむしろ低い方に属しており、他の食味特性値からの関連では説明がつかない。いずれにせよ昭和58年産米はその食味特性値から判断して昭和56年に近い食味の年であると思われる。

このようなことから昭和55、56、57、58年の食味特性値を総合判断すれば食味の良い年から昭和57年>昭和55年>昭和58年>昭和56年の順であると考えられた。これらの関係は登熟期間の温度条件と蛋白含有率に關与する栽培環境要因に影響されていると思われる。

2) 昭和56年における生産地と食味特性

表III-42は昭和56年での空知管内における食味特性の地域差を知るために16市町村で基本的な稲作技術を駆使して生産したキタヒカリをあつめて食味特性を分析したものである。これによるとアミロース含有率の地域差はきわめて少なく変異係数は1.7%であった。これに対し蛋白含有率の地域差はアミロース含有率よりもはるかに大きく変異係数で6.1%となっている。栽培環境条件のなかでアミロース含有率の変動に關与する要因は少ないとされているのに対し、蛋白含有率は多くの要因の關与することが明らかとなっている。アミロース含有率と蛋白含有率の変異係数の差は栽培環境条件の中で關与している要因数の差によって起こっていると推測される。すなわちアミロース含有率の変動要因は登熟期間の温度条件が大きく影響し土壌及び肥料、栽培条件で少ないことが明らかになっている。これに対し蛋白含有率は登熟期間の温度条件、土壌、肥料、栽培条件のいずれによっても変動し、蛋白含有率に關与する要因は明らかに多い。

アミログラム最高粘度は最大値408B.U.、最小値333B.U.とその差は75B.U.あり、この値を品種で表現すれば「ともゆたか」と「ともひかり」、生産年度で表現すれば昭和57年と昭和58年の差と考えられる。昭和56年は移植、活着期の低温で生育が遅延し出穂期が遅くなり、8月中、9月上、中旬の低温で食味特性を低下させた。この気象条件と生育の關係は空知管内でも地域によって異なり、特に初期生育は偏東風あるいは栽植方式が影響し、アミログラム最高粘度の地域差として表われたものと考えられる。

ここに示した地域差とは一地域一点の分析結果であるから、その地域全体の食味特性値を示

表III-42 空知管内における食味特性の一事例

生産地	アミロース%	蛋白質%	アミロ最高粘度 B.U.
北村	21.6	7.9	353
栗沢町	22.5	6.8	377
南幌町	21.4	7.7	363
長沼町	21.4	8.3	365
月形町	21.4	7.0	360
岩見沢市	21.6	8.1	362
美唄市	22.1	7.2	408
三笠市	21.8	7.9	352
江部乙町	21.4	7.5	398
浦臼町	21.8	7.6	385
新十津川町	21.8	7.4	394
芦別市	21.8	8.2	333
雨竜町	21.4	7.6	355
北竜町	21.2	8.4	390
沼田町	21.0	7.6	368
幌加内町	21.8	7.2	378
最大値～最小値	22.1～21.0	8.3～6.8	408～333
平均値	21.6	7.7	371
変異係数%	1.7	6.1	5.4

注) アミロース (%) は昭和56年稲作部産農林20号, 21%として計算した。品種はキタヒカリである。

すものではなく、この結果は昭和56年のような冷害年で食味特性の地域的変動がどの程度あるかを示したものにすぎない。

3) 冷害年に有効であった栽培技術

表III-43は中央農試稲作部グライ水田における側条施肥試験のなかから昭和57, 58年の全株4→12kg/10a施肥量区の食味特性値を示した。アミログラム最高粘度は両年ともに施肥量を

表III-43 施肥量とアミロ最高粘度

施肥量 (kg/10a)	アミロ最高粘度 (B.U.)		
	昭和57年	昭和58年	平均
無肥料	445	422	434
4	435	387	411
6	420	367	394
8	425	349	387
10	420	352	386
12	415	332	374

注) 施肥量は3要素とも表示量とした。

表III-44 苗質と食味特性

年度	号種・苗質		アミロース %	アミロ (B.U.)		出穂期
				M.V.	B.D.	
昭和57年 (蘭越)	しまひかり	中苗	21.1	506	225	8月13日
		成苗	20.6	514	242	8月8日
	みちこがね	中苗	21.2	473	211	8月9日
		成苗	20.0	474	207	8月8日
昭和58年	みちこがね	中苗	24.8	360	100	—
		成苗	24.3	379	119	—

表III-45 食味特性に対する防風網の効果

試験区名	アミロース %	蛋白質 %	アミロ (B.U.)	
			M.V.	B.D.
無防風区	24.6	7.8	349	107
防風網区	22.9	8.5	367	110

注) 中央農試稲作部, 昭和58年度

増すにしたがって低下する。しかしその程度は两年で著しく相違していた。すなわち無肥料区のアミログラム最高粘度は昭和57年445B.U.に対し昭和58年は422B.U.と兩年の差はわずか23 B.U.であった。これに対して施肥量12kg/10a区では昭和57年415B.U.昭和58年332B.U.と兩年の差は83B.U.もあり、これを品種の差に表現すれば「イシカリ」と「キタヒカリ」に近いものとなる。昭和58年のような遅延型冷害年は施肥量を増すと収量構成要素の増大と生育遅延によって登熟不良となり、未熟粒の増大を低下させる原因と考えられる。したがって昭和58年のような遅延型冷害年では標準施肥量よりわずか減肥することがアミログラム最高粘度の低下を防ぐ大きな要因になるものと考えられた。特に標準施肥量より多い施肥量は食味特性値を著しく低下させると考えられ、冷害対策技術として留意を要する点である。

表III-44は苗質との関係を検討するために昭和57年の蘭越町三和における現地試験と昭和58年の中央農試稲作部泥炭土水田における側条施肥試験のなかから中苗、成苗の食味特性値を示した。出穂期の差は中苗より成苗が「しまひかり」で5日間、「みちこがね」で1日早かった。アミロース含有率は「しまひかり」「みちこがね」両品種ともに成苗が中苗より低くなっていた。アミログラム最高粘度は「しまひかり」および昭和58年「みちこがね」で成苗が中苗より高かった。このような食味特性値の相違は出穂期が早まること、穂揃性が良化することなどに基因すると考えられる。このようなことから遅延型冷害年での苗値の良化は食味にきわめて有利に作用することが認められ、冷害年での対策技術として有効であると考えられる。

表III-45は防風網との関係を検討するために昭和58年に中央農試稲作部圃場における1等米生産田の防風網区と無防風網区における食味特性値を示した。無防風網区に比較して防風網区はアミロース含有率が低く、アミログラム最高粘度が高かった。しかし蛋白質含有率は防風網区がわずかに高かった。防風網区の食味はアミロース含有率、アミログラム最高粘度から判断して無防風網区より良いと考えられた。したがって防風網による防風技術は遅延型冷害年の食味

特性を向上させるために有効な技術であることが認められた。

(6) 要約

昭和55年以降の空知管内における水稲冷害の要因解析を、主に土壤肥料的な問題について検討した結果を要約すると以下の通りである。

- 1) 水稲栽培期間中における水田の日平均積算地温は、平温年の57年に比べ56、58の両年は何れも125、179℃(各々1.3、1.8℃/日)下回った。
- 2) 低温年(58年)では平温年(57年)に比べ生育初期の土壤中 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、Bray No2 P_2O_5 及び活性 Fe^{++} 濃度が低く推移した。さらに、58年の幼形期における土壤残存 $\text{NH}_4\text{-N}$ 量は乾土100g当り6mg前後(57年の約3倍)で、このことが水稲の生育遅延をもたらす主要因となった。
- 3) 低温年の56、58両年は平温年の57年に比べ幼形期の草丈、莖数、乾物重並びに稲体吸収窒素量が何れも低く推移した。さらに、58年は57年に較べ止葉期及び出穂期のN含有率が著しく高く推移したため、水稲の後出来、登熟不良及び品質低下を招く結果となった。
- 4) 低温年の58年におけるN過剰施肥では登熟歩合、完全米歩合及び精玄米重が明らかに低下し、遅延型冷害を一層拡大させた。収量・品質的には基準施肥窒素量の25%減肥が最も安定した内容を示した。
- 5) 側条施肥(粒状化成の局所施肥)は全量全層施肥に比べ平温年並びに高温年とも初期生育が旺盛で増収率も極めて大きかった。また、表層施肥との比較でも生育促進及び収量性の両面にわたり側条施肥の有利性がうかがえた。
- 6) 移植直前の育苗箱に体するりん酸施用並びにりん酸の側条施肥は水稲初期生育の向上と登熟・収量性の面に有利に作用し、しかも低温年でその効果の大きいことが明らかにされた。
- 7) グライ土及び泥炭土とも平温年(57年)に比べ低温年(56、58年)の方が精玄米重が低く、かつ屑米重及び青米歩合が著しく増加したが、その程度はグライ土>泥炭土、58年>56年の関係にあった。
- 8) 無窒素区では低温年よりも高温年の方が収量構成要素の確保が高まった。これには地温と土壤窒素放出量との差異が関与しているものと推察された。
- 9) 低温年における堆肥施用効果は56年のグライ土、58年度の泥炭土で各々認められた。しかしながら、過去16ヶ年(昭43~58年)の年次別解析結果ではその差異は僅少であり、特筆すべき事象とは考えられなかった。
- 10) 平温年では稲わら施用による水稲の初期生育抑制は比較的小さいが、低温年の秋散布及び春すき込みでは莖数の著しい低下がみられた。それに対し堆肥及び稲わら秋すき込みの場合にはほとんど影響が無かった。
- 11) 低温年(56年)における稲わら春すき込みによる水稲の初期生育抑制は移植前の湛水日数の長いもの程顕著であり、かつ玄米収量も明らかに低下した。
- 12) 復元田は連作田に比べ平温年(57年)及び低温年(58年)とも生育初期の莖数、乾物重並びに稲体吸収N量が何れも勝った。反面、復元田は生育後半の窒素過剰吸収によって生育が遅延するが、とくにその傾向は平温年より低温年で増大した。
- 13) 復元田の安定・確収のための窒素施肥法としては全層と表層の組合せが有効であった。また、復元田に側条施肥を導入するにあたってはさらに減肥が必要と思われた。
- 14) 冷害年での食味特性は登熟期間の温度条件と密接な関係が認められ、この期間に高温であ

った昭和57年が4ヶ年中で最も優れており、次いで昭和55, 58, 56年の順であった。冷害年における食味特性の地域差はきわめて大きく、品種で表現すれば「イシカリ」と「キタヒカリ」に近い差異を認めた。減肥, 成苗, 防風などの技術は冷害年における食味特性の向上に有効であることを認めた。

(前田 要, 稲津 脩)