

V 施肥・土壌管理に関する技術解析

1 中央農試

(1) 窒素施肥の影響

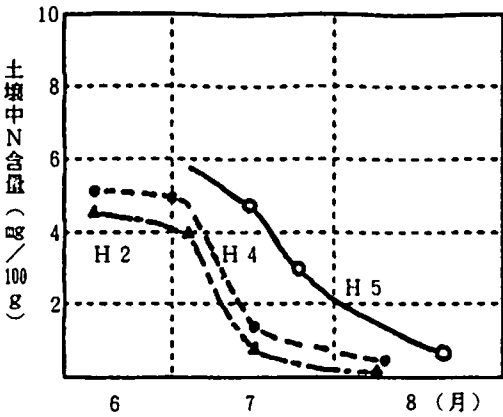
稲作部圃場の窒素の用量・分追肥試験及び側条施肥試験の結果から主として収量に及ぼす影響を検討した。品種は「きらら397」、土壌はグライ土壌を供試。

1) 土壌中窒素の推移及び水稻の窒素吸収経過

本年は低温に推移したため水稻の窒素吸収は他年次に比べ緩慢に経過した。そのため土壌中に残存するNH₄-N量は高く推移した(図V-1、2)。

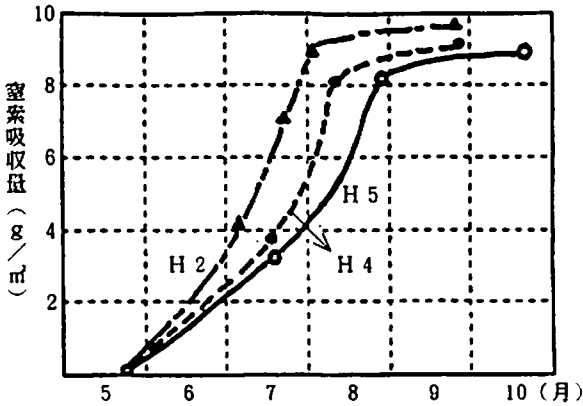
2) 窒素施肥用量と分追肥

基肥窒素量の増加に伴い収量は低下し最高収量はN0区、N4区であった。これは窒素施肥に伴い顕著な登熟歩合の低下が起こったためである。稔実初中未登熟歩合は15%以下であり、登熟歩合低下は不稔歩合の顕著な増加によるものである。分追肥についてみると、全量基肥に比べ幼形期1週間後の分施でいずれも冷害の被害程度は小さく分施の効果が認められた。しかし、追肥では不稔が増加し減収する例が多かった(表V-1)。



図V-1 土壌中NH₄-Nの推移の年次間差 (N8区 稲作部)

注) グライ土
H:平成



図V-2 水稻の窒素吸収の年次間差 (N8区 稲作部)

注) きらら397、グライ土
H:平成

表V-1 水稻生育収量に及ぼす窒素施肥量・分追肥の影響(稲作部 1993)

窒素施肥量 (kg/10a)	茎数(7月14日) (本/m²)	穂数	総穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg/10a)	同左 比	稲体窒素含有率(%)		
								7月14日	8月4日	8月23日
0	445	407	155	16.5	79.5	255	123	3.00	1.32	1.11
4	524	566	226	38.4	57.0	255	123	3.55	1.79	1.28
4+2(幼)		595	256	35.3	51.6	276	133			1.36
4+2(止)		554	232	49.6	44.1	220	106			1.48
6	578	605	266	47.5	43.1	227	109	3.49	2.40	1.47
6+2(幼)		634	292	55.3	6.0	210	101			1.51
6+2(止)		651	260	53.1	39.0	206	99			1.56
8	540	598	281	60.4	37.0	208	100	3.89	2.44	1.40
8+2(止)		607	297	64.6	30.4	208	100			1.59
10	574	668	347	70.0	27.9	191	92	3.49		1.83

注1) 幼: 幼穂形成期1週間後、止: 止葉期
2) きらら397、グライ土

表V-2 側条施肥と全層施肥の比較(稲作部 1993)

窒素施用量 (側/全) (kg/10a)	茎数(7月14日)	穂数	総穂数 (×100)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg/10a)	同左 比	稲体窒素含有率(%)		
	(本/㎡)	(本/㎡)						6月30日	7月14日	8月23日
8/0	687	564	243	46.1	44.5	213	109	4.96	3.41	1.29
4/4	646	574	224	53.1	49.8	223	114	4.50	3.06	1.45
0/8	641	576	259	59.2	38.4	195	100	4.00	3.14	1.47

注) きらら397、グライ土。側: 側条施肥、全: 全層施肥。

3) 側条施肥

側条施肥では初期生育促進効果が認められ、全層施肥に比べ不稔はやや少なく収量はやや高かった。稲体窒素含有率は側条施肥で生育初期に高く、後期に低い傾向であった(表V-2)。

以上のように、本年の生育期の気温は低温に推移したため水稻の窒素吸収は緩慢で、土壤中 $\text{NH}_4\text{-N}$ は遅くまで高かった。この結果、他年次に比べ稲体窒素含有率は高く推移した。基肥窒素量が多くまた追肥により生育中後期において稲体窒素含有率が高い場合は明らかに不稔が多発し低収となった。

(宮森康雄)

(2) 肥料三要素及び土壌改良資材の効果

稲作部(上幌向)のグライ土および泥炭土で継続実施中の肥料要素連用試験の結果について述べる。品種は平成2年以降「ゆきひかり」を供試した。

1) 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 $\text{N} > \text{K} \geq \text{P}$ 、泥炭土では $\text{K} \geq \text{N} > \text{P}$ の順に大きかった(表V-3)。この傾向は昭和44年以降58年までの過去の冷害年のデータを平均したものとほぼ同じ結果であった(表V-5)。

平成5年の精玄米重を普通年(平成2~4年の平均値)と比較すると、グライ土、泥炭土とも減収率は-K区>

表V-3 水稻の生育・収量に及ぼす肥料三要素の影響(稲作部 1993)

土壌	処理	茎数*	穂数	総穂数 (×100/㎡)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重		稲体窒素含有率(%)		出穂期 (月/日)
		(本/㎡)	(本/㎡)					kg/10a	比	7月9日	8月18日	
グライ土	-N	263	421	227	22.6	65.6	20.6	307	77	2.77	1.12	8/17
	-P	248	520	343	35.0	55.1	19.1	361	90	3.54	1.65	8/21
	-K	307	597	376	42.5	48.9	19.0	350	88	3.44	1.56	8/21
	3F	351	581	383	37.6	53.0	19.7	399	100	3.37	1.44	8/20
泥炭土	-N	239	391	239	25.5	67.8	20.6	333	83	3.08	1.36	8/17
	-P	194	490	328	32.4	61.6	19.1	385	96	3.33	1.52	8/21
	-K	288	565	350	44.7	47.1	19.7	325	81	3.46	1.45	8/21
	3F	286	526	337	31.2	58.5	20.3	399	100	3.32	1.45	8/20

注1) * 幼穂形成期

2) 品種: 「ゆきひかり」

表V-4 肥料三要素の肥効(精玄米重)の普通年との対比(稲作部)

処理	グライ土			泥炭土		
	H 5 (kg/10a)	H 2-4* (kg/10a)	H 5/H 2-4* (%)	H 5 (kg/10a)	H 2-4* (kg/10a)	H 5/H 2-4* (%)
-N	307	297	103	333	293	114
-P	361	431	84	385	442	87
-K	350	450	78	325	429	76
3F	399	465	86	399	456	88

注1) * 3年間の平均値。H: 平成

2) 品種: 「ゆきひかり」

－P区 $\geq$ 3F区>－N区の順に大きかった(表V-4)。すなわち、低温・日照不足の影響が最も顕著に認められたのは－K区であり、次いで－P区であった。－N区の場合は、これらとは対照的に、普通年を上回る収量が得られた。

－K区での減収率が大きかった要因は、不稔の増加が著しく、これに伴い登熟歩合および千粒重が劣ったためとみなされる。－K区は、3F区と比較して初期生育の差は判然としなかったが、幼穂形成期から出穂期にかけて稲体の窒素含有率がやや高く推移し、出穂期も1日程度遅れた。このことが障害抵抗性を低下させ、不稔増加に結びついたものと思われる。

一方、－P区の場合は初期生育が著しく劣り、稲体の窒素含有率も幼穂形成期以降やや高く推移したが、不稔歩合は3F区を上回るほどの顕著な増加は認められな

かった。このため、普通年対比の減収率は3F区を僅かに上回る程度の相違にとどまった。

2) 土壌改良資材

グライ土の場合ケイカル区で2%、ようりん区で8%の増収が認められた。しかし、泥炭土のケイカル区で4%、ようりん区で5%それぞれ減収した(表V-6)。

また、普通年との対比でもグライ土の場合は対照区より減収率が低かったが、泥炭土の場合はかなり高い減収率を示した(表V-7)。このことから、平成5年度におけるケイカル、ようりんの効果は、土壌によって相違し、一定の傾向は認められなかった。

泥炭土で資材施用区の減収率が高かった要因は不稔歩合が対照区よりも高かったためとみなされる。特に、ようりん区の場合は、初期生育が良好であったにもかかわらず、幼穂形成期～出穂期の稲体窒素含有率が高く推移

表V-5 過去の冷害年における玄米収量に及ぼす肥料三要素の影響(稲作部)

処理	グライ土						泥炭土					
	S44	S46	S51	S55	S58	平均	S44	S46	S51	S55	S58	平均
－N	76	68	73	83	90	78	100	106	81	80	79	89
－P	90	90	92	97	102	94	99	112	78	85	105	96
－K	99	91	98	102	82	94	106	78	78	90	93	89
3F	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	(421)	(482)	(408)	(418)	(440)		(430)	(291)	(334)	(419)	(397)	

注1) 3F区を100とする指数で示す。()はkg/10a。S:昭和

2) 品種:「栄光」(S44、S46、S51)、「ともゆたか」(S55、S58)

表V-6 水稻の生育・収量に及ぼす土壌改良資材連用の影響(稲作部 1993)

土壌	処理	茎数*	穂数	総穂数	不稔歩合	登熟歩合	千粒重	精玄米重		稲体窒素含有率 (%, 8月18日)	
		(本/㎡)	(本/㎡)	($\times 100/\text{㎡}$)	(%)	(%)	(g)	kg/10a	比	N	SiO ₂
グライ土	対 照	351	581	383	37.6	53.0	19.7	399	100	1.44	4.1
	ケイカル	274	573	384	36.5	55.3	19.2	408	102	1.41	5.2
	ようりん	368	603	398	35.4	55.3	19.6	432	108	1.37	4.6
泥炭土	対 照	286	526	337	31.2	58.5	20.3	399	100	1.45	4.2
	ケイカル	273	526	347	35.0	55.6	19.9	384	96	1.47	4.9
	ようりん	316	589	378	39.0	51.9	19.4	379	95	1.57	4.9

注1) *幼穂形成期

2) 品種:「ゆきひかり」

表V-7 土壌改良資材の連用効果(精玄米重)の普通年との対比(稲作部)

処理	グライ土			泥炭土		
	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)	H5 (kg/10a)	H2-4* (kg/10a)	H5/H2-4* (%)
対 照	399	465	88	399	456	88
ケイカル	408	466	88	384	475	81
ようりん	432	476	91	379	476	80

注) *3年間の平均値。H:平成

表V-8 ケイ酸施与が水稻の不稔歩合に及ぼす影響（稲作部）

年次 (平成)	ケイ酸施用量 (kg/10a)	グライ土			泥炭土		
		N	SiO ₂	不稔歩合	N	SiO ₂	不稔歩合
4年	0	1.55%	4.0%	18.0%	1.92%	3.5%	48.2%
	100	1.46	7.7	14.1	1.75	6.9	32.4
	200	1.31	9.2	16.0	1.69	8.3	33.9
	400	1.23	9.5	15.6	1.66	9.2	32.2
5年	0	1.46	3.9	53.3	1.75	2.5	86.9
	50	1.46	6.0	64.2	1.96	3.4	84.2
	100	1.38	7.6	58.3	1.77	5.6	82.5
	200	1.32	7.7	67.9	1.86	6.1	85.1

注1) 品種:「きらら397」、ケイ酸資材:シリカゲル

2) N、SiO₂: 出穂期含有率(%)

し、かつ総粒数も多かったため、対照区よりも不稔が増加したと思われる。

平成4年～5年の2ヶ年にわたりケイ酸施与が稲体窒素含有率および不稔発生に及ぼす影響を調査した結果、平成4年の場合には、グライ土、泥炭土ともケイ酸施与は窒素の乾物生産効率を高めて稲体窒素含有率を低下させ、不稔発生を抑制する傾向を示した。しかし、平成5年の場合には稲体窒素含有率の低下はグライ土で多少認められるものの、不稔の抑制効果は両土壌とも判然としなかった(表V-8)。このことから、不稔が著しく多発するような低温・日照不足の条件ではケイ酸資材による不稔抑制効果はほとんど期待できないものと推察された。

(今野一男)

(3) 有機物施用の影響

堆肥、稲わらに関しては稲作部圃場で実施中の肥料要素連用試験及び稲わら連用試験の結果について述べる。

品種は「ゆきひかり」を供試した。

有機栽培に関しては現地実態調査の結果について述べる。品種は「きらら397」を供試した。

1) 堆肥

平成5年度の肥料要素連用試験の結果をみると、堆肥区の精玄米重は対照区より16～17%も劣り、普通年(平成2～4年の平均値)との対比でもグライ土で31%、泥炭土で26%それぞれ減収した(表V-9、10)。堆肥区でこれほど顕著に対照区よりも減収した事例は、過去の冷害年(昭和44～58年)では認められていない(表V-11)。

一方、稲わら連用試験の結果では、堆肥区の精玄米重

表V-9 水稻の生育・収量に及ぼす堆肥連用の影響（稲作部 1993）

土壌	処理	茎数* (本/㎡)	穂数 (本/㎡)	総粒数 (×100/㎡)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重	
								kg/10a	比
グライ土	対 照	124	581	383	37.6	53.0	19.7	399	100
	堆 肥	140	621	410	49.5	42.9	18.9	333	83
泥 炭 土	対 照	103	526	337	31.2	58.5	20.3	399	100
	堆 肥	100	549	357	43.5	47.9	19.6	335	84

注1) *幼穂形成期

2) 品種:「ゆきひかり」

3) 堆肥施用量:1.2t/10a(グライ土)、0.75/10a(泥炭土)

表V-10 堆肥連用効果(精玄米重)の普通年との対比(稲作部)

処理	グライ土			泥炭土		
	H 5 (kg/10a)	H 2-4* (kg/10a)	H 5/H 2-4* (%)	H 5 (kg/10a)	H 2-4* (kg/10a)	H 5/H 2-4* (%)
対照	399	465	86	399	456	88
堆肥	333	482	69	335	455	74

注) *3年間の平均値。品種、堆肥は表V-9の注)を参照。

は対照区と大差なかったが、普通年（昭和61～平成4年の平均値）と対比したときの減収率は対照区よりも高かった（表V-12、表V-13）。

肥料要素連用試験の場合、堆肥区は穂数、総粒数が多い反面、不稔歩合が著しく高かった。したがって、減収要因は堆肥の連用によって窒素肥効が大きくなり、窒素増肥の場合と同様に不稔を助長したためとみなされる。一方、稲わら連用試験の場合には堆肥区の穂数、総粒数はむしろ対照区よりも少ないことから、堆肥連用に伴う窒素肥効の増加は不稔を助長するほど大きくなかったものと推察される。

このようなことから、堆肥等の有機物を有効利用するためには、窒素肥効の大きさに対応して窒素減肥を考慮することが必要と思われる。

なお、本年度堆肥施用によって減収した事例は、北海道以外にも青森県、岩手県等東北の太平洋側等著しく低温被害を受けた地域で共通して認められている。

2) 稲わら

平成5年度の稲わら連用試験の結果を見ると、精玄米

表V-11 過去の冷害年における玄米収量に及ぼす堆肥連用の影響（稲作部）

土壌	S 44	S 46	S 51	S 55	S 58	平均
グライ土	102	93	106	105	98	101
泥炭土	102	120	104	103	115	109

注) 対照区を100とする指数で示す。

重は秋鋤込み区が3%の増収、春鋤込み区が秋散布、春散布とも3%の減収を示した（表V-12）。また、普通年（昭和61～平成4年の平均値）と対比したときの減収率をみると、秋鋤込み区は対照区と同程度、春散布・鋤込み区は対照区よりもやや低かった。

稲わら鋤込み区は、対照区と比較して穂数、総粒数が少ない傾向であったが、不稔歩合は同程度かやや低かった。特に、春散布・鋤込み区は初期生育が著しく不良で、穂数、総粒数も劣ったが、不稔歩合が低かったため、精玄米重は普通年対比でも僅か3%の減収にとどまった。

このようなことから、本年の結果では稲わら鋤込みによって不稔の増加等冷害を助長する傾向は認められなかった。

3) 有機栽培

実態調査地の冷害被害程度は、由仁>江別>美唄の順に大きかった。無化学肥料栽培（化学肥料の代替として各種有機物施用）の収量は調査3例中2例で慣行栽培と同等ないしやや低かった（表V-14）。無化学肥料栽培区が顕著に高収な圃場（美唄）が認められたが、これは屋敷林に隣接しており、その防風効果が大きかったためと思われる。各調査例の過去2年間の平均収量に対する減収率は、防風効果の関与が推定される例を除くと慣行栽培と同等ないしやや大きく、また被害程度の大きい地点ほど有機栽培区の減収率は高い傾向であった。減収要因は不稔の発生が著しかったためである。

表V-12 水稻の生育・収量に及ぼす稲わら連用の影響（稲作部 1993）

処 理	茎数* (本/㎡)	穂数 (本/㎡)	総粒数 (×100/㎡)	不稔歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重	
							kg/10 a	比
対 照	574	599	359	26.3	60.6	19.4	422	100
堆 肥	491	577	340	29.3	65.4	19.2	427	101
秋散布・秋鋤込み	499	550	341	18.3	63.6	20.1	436	103
“・春鋤込み	457	562	332	28.6	63.8	19.4	411	97
春散布・“	327	473	279	19.3	71.5	20.6	411	97

注1) *幼穂形成期

2) 品種:「ゆきひかり」

3) 稲わら施用量:500kg/10a、堆肥施用量:1t/10a

表V-13 稲わら連用効果（精玄米重）の普通年との対比（稲作部）

処 理	H 5 (kg/10 a)	S 61 - H 4* (kg/10 a)	H5/S 61 - H 4* (%)
対 照	422	447	94
堆 肥	427	473	90
秋散布・秋鋤込み	436	466	94
春散布・春鋤込み	411	422	97

注) *7年間の平均値。品種、稲わら施用量、堆肥施用量は表V-12の注)を参照。

表V-14 有機栽培における収量、構成要素

調査地	区別	精玄米重 (kg/10a)		減収率* (%)	登熟歩合 (%)		不稔歩合 (%)	
		H3-4	H5		H3-4	H5	H3-4	H5
1 (由仁)	慣行	416	95	77.2	56.0	16.4	27.5	77.2
	有機	421	61	85.5	70.6	5.3	13.3	85.8
2 (江別)	慣行	368	218	40.8	65.8	28.6	24.5	64.0
	有機	386	215	44.3	63.3	31.6	24.8	66.0
3 (美唄)	慣行	581	449	22.7	80.2	59.0	6.3	32.0
	有機	588	524	10.9	83.0	75.4	8.6	23.5

注) H3-4: 2年間の平均、*: 対2年間平均収量、H: 平成

(今野一男・宮森康雄)

(4) 食味特性に及ぼす影響

窒素の用量・追肥試験及び客土試験の結果から米の蛋白含量、アミロース含量に及ぼす影響について検討した。品種は「きらら397」、土壌はグライ土、泥炭土を供試した。

蛋白含量は窒素施肥量の増加および追肥により高まり、追肥時期では止葉期においてその傾向が強かった。この

傾向は各年次ともほぼ共通して認められたが、本年の特徴は他年次に比べ明らかに高かった点にある。アミロースについては判然とした傾向は認められなかった(表V-15)。次に客土の影響についてみると、各窒素施用水準とも客土量が多いほど蛋白含量は低い傾向であった。これは客土により土壌からの窒素供給量が低下し、稲体の窒素含有率が低く推移したためと思われる。茎葉のケ

表V-15 窒素施肥と食味特性値の年次変異(稲作部)

窒素施用量 (kg/10a)	蛋白含量 (%)			アミロース含量 (%)			不稔歩合 (%)	
	H2	H4	H5	H2	H4	H5	H4	H5
0	7.6	7.8	8.3	19.4	21.6	22.8	16.5	16.5
4			8.5			22.3		38.4
4+2(幼)			8.8			22.9		35.3
4+2(止)			9.8			22.0		49.6
6	7.6	7.8	9.8	18.6	21.4	21.5	11.3	47.5
6+2(幼)	7.9	7.9	9.9	18.8	22.0	21.8	10.5	55.3
6+2(止)	8.1	7.9	10.2	18.3	21.7	22.1	10.9	53.1
8	7.6	8.3	9.7	18.4	22.0	21.9	16.2	60.4
8+2(止)	8.0	8.7	9.9	18.2	21.9	21.3	20.1	64.6
10	7.8	8.6	10.2	19.1	22.2	22.0	21.7	70.0

注) きらら397、グライ土、H: 平成
表V-1参照

表V-16 客土と食味特性値(稲作部)

客土層 (cm)	窒素施用量 (kg/10a)	蛋白含量 (%)			アミロース含量 (%)			不稔歩合 (%)			*出穂期 (%)	
		H2	H4	H5	H2	H4	H5	H2	H4	H5	N	SiO ₂
0	4	9.1	9.1	10.5	19.6	21.8	21.6	6.5	32.0	63.7	1.52	3.8
	8	8.8	9.7	11.2	19.2	21.8	20.3	5.6	33.5	80.9	1.72	2.6
	12	10.1	10.2	11.4	19.1	21.8	21.7	9.8	47.3	92.4	2.19	2.5
10	4	8.0	8.0	9.8	19.7	22.0	21.0	4.2	11.3	53.0	1.17	6.0
	8	7.8	8.3	11.1	19.5	21.9	20.8	6.2	19.6	78.0	1.64	6.6
	12	8.5	9.3	10.7	19.4	22.0	21.0	2.4	23.1	86.1	1.60	5.1
20	4	6.5	7.1	8.8	19.4	21.5	20.4	4.2	13.1	43.6	0.99	7.2
	8	6.2	7.2	9.6	19.1	21.1	20.5	7.0	14.3	60.0	1.08	6.6
	12	6.7	7.9	11.0	19.4	21.7	20.4	6.8	22.9	91.9	1.30	6.5

注) きらら397、グライ土 *茎葉中含率
H: 平成 客土: 昭和62年実施。

表V-19 水稲冷害に関するアンケート調査結果の要因解析 (1993)

地域区分	程 度 別	要 因 別								有 機 物 管 理	備 考
		圃場条件			水管理		施肥管理				
		透排水性	畦畔	客土	深 水 かんがい	用水量	基肥 N量	施肥法			
妹背牛町 (n=10)	明らかな要因	—	4	—	4	—	9	9	—	①土壌型：泥炭土…10	
	疑いの強い要因	7	—	5	—	5	—	—	7	②品種：きらら397…7 ゆきひかり…3	
	小 計	7	4	5	4	5	9	9	7	③収量レベル 370～480kg／10a（平均416）	
鷹 栖 町 (n=13)	明らかな要因	5	4	—	4	2	7	6	3	①土壌型：沖積土…8 泥炭土…5	
	疑いの強い要因	6	—	5	—	1	—	—	8	②品種：きらら397…9 ゆきひかり…3 空育125号…1	
	小 計	11	4	5	4	3	7	6	11	③収量レベル 220～500kg／10a（平均373）	
全 体 (n=23)	明らかな要因	5	8	—	8	2	16	15	3	①土壌型：泥炭土…15 沖積土…8	
	疑いの強い要因	13	—	10	—	6	—	—	15	②品種：きらら397…16 ゆきひかり…6 空育125号…1	
	合 計 割 合 (%)	18 (78)	8 (35)	10 (44)	8 (35)	8 (35)	16 (70)	15 (65)	18 (78)	③収量レベル 220～500kg／10a（平均391）	

イ土)と泥炭土で収量レベルは220~500(平均373) kg/10aである(表V-19)。また、妹背牛町はすべて泥炭土で収量は370~480(同416) kg/10aの範囲に分布している。総調査点数23の品種構成は「きらら397」16、「ゆきひかり」6、「空育125号」1、苗の種類は中苗17、成苗6であった。さらに、有機物管理の面では稲わら施用18、堆肥施用2、無施用3となっており、稲わらの大部分が圃場で処理されていた。

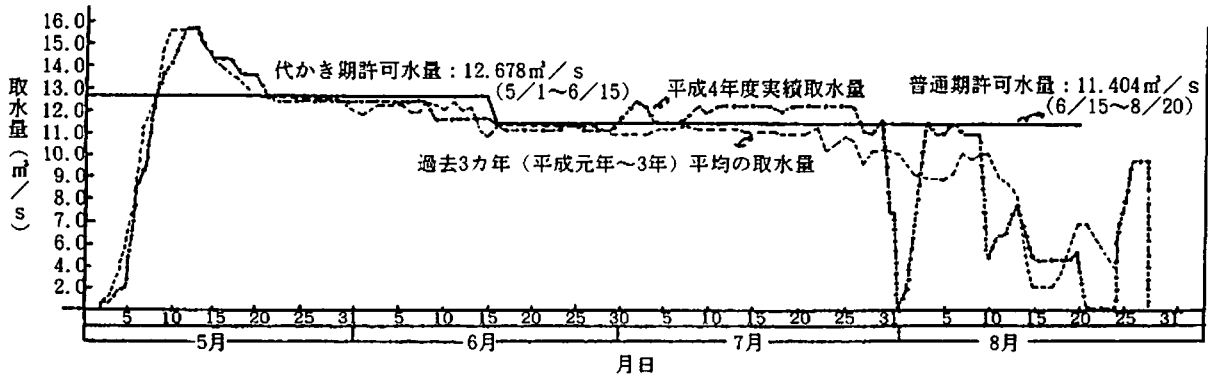
つぎに、冷害に関する基本技術の励行度合いを圃場管理・施肥管理・水管理・有機物管理の面からみると、全体的に最も問題があるのは圃場の透排水性、湿田・半湿田に対する稲わら施用、基肥窒素過多・全量全層施用で、それらに起因する割合は全体の65~78%にも達していた。

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が十分に実施できないなどの事例も3割以上みられた。なお、調査対象地域に泥炭土が多かったため、生産者からは客土が必要との回答もなかり多くみられた。

2) 水管理

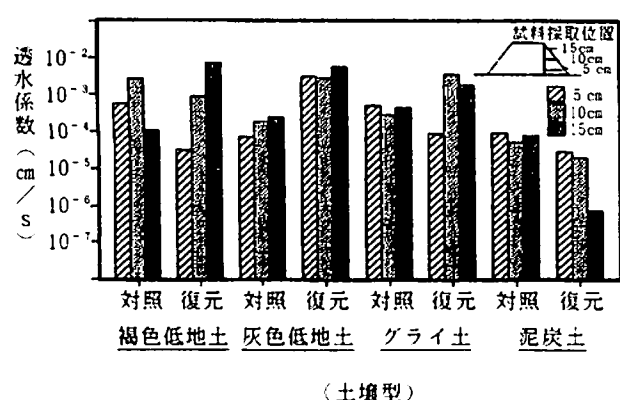
秩父別土地改良区が管理する水田かんがい地域は秩父別町・妹背牛町・深川市・沼田町の4ヵ市町にまたがっており、その対象面積は昭和44年当時3,998haであったが45年以降は減反によって減少し、現在では2,800ha前後で推移している。

滝の上頭頭工から供給される一日当たりのかんがい用水量は本田の作業時期や水稻の生育期節によって異なる



図V-3 年間取水量の年次比較

注) 滝の上頭頭工



図V-4 畦畔の高さ別透水係数の比較 (農業土木部)

が、苗代期から活着期にかけての「代かき期許可水量 (12,678 m^3/s)」と分けつ期から落水期までの「普通許可水量 (11,404 m^3/s)」に大別される。また、かんがい時期を通じた平均取水量は各年次とも7~13 m^3/s の値で推移していた。供給用水量の時期別変化をみると、代かき期が最も多く、次いで活着期、冷害危険期、分けつ期、苗代期の順である (図V-3)。

しかし、実際に使用される用水量は、代かき作業の集中度合いや土壌・気象条件、水管理技術の差異等によって変動し、とくに近年は代かき作業が短期間に集中するため代掻き期前半の用水量は許可水量を大幅に上回る傾向にあった。

さらに、水管理法との関係では冷害危険期の深水かんがいや落水前の中干し・間断かんがい等によって支配される面が強い。事実、平成4年度は冷害危険期中に深水かんがいを徹底したため、この期間の用水量は平年に比べ増大する傾向が認められた。

つぎに、土壌環境の面と用水量の関連についてみると、各年次・各生育期間とも対照田に比べ復元田では用水量が多く、しかもその傾向は代かき期と冷害危険期で顕著であった。しかし、土壌型間の比較では対照田・復元田とも褐色低地土・灰色低地土よりも泥炭土・グライ土の方が用水量が多いなど、一般に言われている土壌の透排水性とはまったく逆の関係を示した。このことは、土壌の透排水性そのものよりも人為的な水管理・土壌管理の影響が大きいことを示している。また、土壌の透排水性及び本田の減水深についても復元田と対照田間での一定の傾向はみられずその値も小さかった。これらの結果は現在の水田は全般に透排水性 (縦浸透) が低下しており透排水性の改善が必要なことを裏付けていた。

特に復元田においても透排水性が小さいことの要因として、過度な代かきが土壌構造を破壊し透排水性を低下

させていることが考えられる。したがって今後代かきは軽度にするべきである。

一方、深水かんがい時に畦畔漏水が認められたので畦畔の透排水特性を調査した結果、各圃場とも代かきの影響を受けている畦畔下層部5 cmに比べ10~15 cmの方が透水係数が大きく、明らかに畦畔漏水を惹起する要因となっており、かつその程度は対照田より復元田の方が顕著であった (図V-4)。しかし、本田代かき前に畦畔を補強した泥炭土の復元田では畦畔上層部の透排水性が小さく漏水はみられなかった。

したがって、水稻の冷害危険期に深水かんがいを徹底するためには一般水田及び復元田とも、畦畔が低い場合には事前に土盛りするなどの対策を講じ畦畔の高さを30~40 cm程度に保つとともに、畦塗り・締固め等を行って畦畔を補強して畦畔からの漏水防止に努める必要がある。

(前田 要)

(6) 現地農家への技術指導と復元田水稻の生育経過

1) 平成5年 緊急復元田水稻栽培技術指導プロジェクト事業から

i) 背景と目的

北海道では平成4年には18,400ha、これに追加されて平成5年に11,750haと大幅な転作緩和が実施された。復元田での栽培技術については昭和40年代後半から60年代に体系化されているが、転作年数が長期化し、昭和50年代と品種、栽培法がかなり変化し、稲作りの目標が従来の安定生産から品質・食味優先に変化している。このようなことから、各地に復元田の観察ほを設置して、ここでの土壌環境並びに水稻生育の推移を調査して、農家指導の参考とするため、試験研究・行政・普及組織・農業団体をもって全道的プロジェクトが組織された。

ii) 取りまとめ地域及び観察ほの設置概況

① 観察ほの設置方法

観察ほの選定は、それぞれの地区において主要な土壌型並びに予想される前作物を網羅するように各専技室で大枠を指示し復元1年目・2年目水田と一般田を1セットとした。実際の設置は各農業改良普及所等が担当地区内の関係機関と協議して決定した。

観察ほでの復元作業並びに栽培管理は、個別農家の自主的判断に任せた。

② 観察ほの調査

道央ブロックでは、各支庁の担当普及員で構成する水稻部会の研修課題として、「緊急復元田水稻栽培技術」を設定し、10~15日間隔で観察ほの水稻生育・土壌環境調査を実施した (表V-20)。

表V-20 設置観測点数（道央地域 1993）

支庁	セット数	経過年数		前植生						土壌型			
		復元 1年目	復元 2年目	牧草	てん菜	秋小麦	野菜	豆類	そば	褐色 低地土	灰色 低地土	グライ土	泥炭土
後志	3(1)	2	3				2	3		4	1		
胆振	6(1)	2	5	1	1	2	1	2		2	3	2	
石狩	7	5	4		2	5	1	1		2	2		5
空知	19	12	13	1	3	14	2	2	3	4	12	6	3
合計	35(2)	21	25	2	6	21	6	8	3	12	18	8	8

（ ）内の数字は支庁で追加して配置した。

Ⅲ）平成5年の復元田水稻の生育・収量

本年は、移植後から6月下旬（分けつ盛期）の初期生育期間が低温と日照不足に終始したこともあって、復元田と一般田との生育量の差は殆ど認められなかった。しかし、6月末から7月上旬に一時的に天候が回復すると、分けつ発生が盛んとなり復元1年目・2年目とも一般田に比較して、茎数が明らかに多くなった（表V-21）。

収量構成要素は、総穂数が復元1年目で3.8万/㎡、2年目で4.1万/㎡となり明らかに過大な穂数となり、一般田では3.5万/㎡でありほぼ適正穂数であった。

また、本年は併行型冷害による大凶作であり、障害不稔の影響がより大きいのが特徴であるが、不稔歩合は復元1年及び2年目がそれぞれ55.0%及び54.2%であり両者の差が殆どなく、これらより連作田はおおよそ4%低かった。千粒重は復元田と一般田とは同等で19～20gであった。

収量は、一般田が267kg/10aであるのに対し、復元1年目が236kg/10a（一般田対比12%減）並びに復元2年目で237kg/10a（同11%）であった。また、玄米の検査等級は復元田がいずれも一般田よりやや劣った。

表V-21 平成5年復元田における水稻の生育収量（道央地域 37セットの平均 1993）

水田区分	栽植密度 (株/㎡)	移植日 (月/日)	茎数(本/株)				葉色(カラースケール)			
			6月1日	6月15日	7月1日	7月15日	6月1日	6月15日	7月1日	7月15日
復元1年目	22.2	5/26	4.3	4.9	11.5	28.8	3.8	4.3	4.7	4.9
復元2年目	23.9	5/26	4.1	5.0	12.3	29.2	3.5	4.1	4.5	5.0
一般田	22.3	5/24	4.3	4.9	11.7	25.7	3.6	4.3	4.5	4.9

水田区分	白根割合(%)			赤根(鉄沈着)(%)			成熟期(cm、本/㎡)		
	6月1日	7月1日	7月15日	6月1日	7月1日	7月15日	稈長	穂長	穂数
復元1年目	99	73	77	1	27	23	66.0	16.5	615
復元2年目	94	57	59	6	43	41	62.6	16.6	615
一般田	92	42	47	8	58	53	61.9	16.7	575

水田区分	総穂数 (×100粒/㎡)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米収量 (kg/10a)	屑米重 (kg/10a)	検査等級
復元1年目	382	55.0	19.9	236	29	2.8
復元2年目	411	54.2	19.6	237	37	2.8
一般田	349	49.6	19.9	265	39	2.4

<参考 平成4年復元田における水稻の生育収量（道央地域40セットの平均）>

水田区分	総穂数 (×100粒/㎡)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米収量 (kg/10a)	屑米重 (kg/10a)	検査等級
復元1年目	362	22.0	20.2	428	52	2.0
一般田	323	17.2	20.2	437	49	1.6

平成4年との比較を試みると、一般田の精玄米収量が437kg/10aで、復元田(すべて復元1年目)では428kg/10a(一般田対比98%)ではほぼ同等であり、玄米の検査等級では一般田が明らかに上位等級米が高かった。この結果と本年とを対比すると、本年は一般田の収量において前年対比で61%であり、復元1年目では55%であるから、復元田がより冷害被害の程度が大きいと言えよう(表V-21)。

iv) 不稔歩合と収量及び茎葉の窒素

不稔歩合は総穂数に対応して高まるのが一般的傾向であるが、ここでは不稔歩合と総穂数との間に一定の傾向は認められなかった(表V-22)。

精玄米収量は不稔歩合と極めて密接な関係が認められ、不稔歩合に対応して収量が明らかに低下した。

また、不稔歩合が高まると玄米の蛋白含量も上昇して食味が低下することは既に明らかにされているが、茎葉についてもほぼ同様のことが認められ、不稔歩合が30%以下の場合には稲わらの窒素が概ね0.6%であるが、不稔歩合が50%以上になると、0.8~0.9%に上昇した。この機作は不稔が多発すると、光合成産物のでんぷんやこれと吸収窒素で合成される蛋白が穂に転流することが著しく制限されるためである。

茎葉のケイ酸含量が概して復元田1年目が高いことが読み取れる。根の健全度を酸化鉄の沈積根率(赤根)で観察すると(表2)、これによると、復元1年目の根は生育中期まで酸化鉄の沈積は極めて少なかった。このことがケイ酸吸収を高めたと推察された。また、不稔歩合が高まるほど茎葉のケイ酸含量が低下する傾向が認められるが、これは、不稔多発水稻の茎葉にでんぷんや蛋白

質が滞留したためケイ酸が希釈されたことと、不稔多発地帯の気象(温度・日照)が悪かったことがケイ酸吸収に影響していると推察された。

2) 土壌診断による窒素追肥の要否判定

i) 経過

空知支庁では、平成2年に管内の7農業改良普及所にケルダール窒素蒸留装置を導入し、翌平成3年から空知水田土壌窒素検討会(事務局支庁農務課農業改良係)を組織して、水田の作期中の無機態窒素の推移を観測し、追肥指導の参考にしてきた。

ii) 水稻の初期生育と無機態窒素の推移

作期中作土の無機態窒素は湛水後に土壌から無機化する部分と施肥窒素からなり、移植後の水稻による吸収により次第に減少し、通常は7月上旬の幼穂形成期ごろには1~2mgN/100gに低下する。

しかし、平成5年では移植後から殆ど低下せず、6月下旬において5.5mgN/100gと過去2ヶ年と比べて最も多く残存した(表V-23)。

水稻生育は分げつが抑制され、低温と日照不足が続いた6月中~下旬には水稻の葉身が黄色に退色しているのが観察された。6月末日から7月上旬に天候が一時的に回復し、分げつ発生が旺盛となり、7月15日には茎数自体はかなり平年値に近づいたものの、分げつの構成は高節位の弱小なものが多いと推定された(表V-24、25)。

iii) 現地指導の対応

水稻の窒素の吸収が極めて遅れ、土壌中の窒素含量も高く推移していることから、追肥の必要がないと判断し、普及組織としては、以下の情報を現地に提供した。

表V-22 不稔歩合と収量及び茎葉の窒素、ケイ酸含有率(道央地域 1993)

水田区分	不稔歩合(%)		同左頻度分布		総穂数 (×100粒/㎡)	精玄米収量 (kg/10a)	茎葉の成分(%)	
	範囲	同左平均	度数	割合(%)			窒素	ケイ酸
復元1年目	0 ~ 30	21.0	4	24	361	412	0.67	10.1
	30.1 ~ 50	34.4	3	18	383	402	0.70	9.8
	50.1 ~ 70	54.9	2	12	310	176	0.76	7.5
	70.1 ~ 100	84.5	8	47	402	71	0.90	6.9
復元2年目	0 ~ 30	20.1	5	28	447	398	0.71	9.1
	30.1 ~ 50	34.3	1	6	261	324	0.69	5.0
	50.1 ~ 70	65.6	6	33	432	148	0.81	6.6
	70.1 ~ 100	85.5	6	33	396	67	0.84	7.4
一般田	0 ~ 30	19.5	6	23	363	385	0.64	9.9
	30.1 ~ 50	39.6	7	27	332	299	0.68	7.4
	50.1 ~ 70	58.8	5	19	361	182	0.78	5.9
	70.1 ~ 100	84.4	8	31	335	85	0.76	6.9

表V-23 土壌別一般農家水田の土壌窒素（空知 1993）

土 壌 型	平成5年（mg N/100 g）			3 年	4 年	集計点数（点）		
	移植後 6月30日 ～6月2日	6/中 6月14日 ～6月17日	6/下 6月25日 ～6月28日	6月下旬 （mg N/100 g）		平成3年	平成4年	平成5年
乾 田 褐色低地土	5.9	5.1	5.4	3.8	5.2	27	17	28
半湿田 灰色低地土	6.0	5.8	5.7	4.4	5.0	23	21	18
” 灰色台地土	5.2	5.5	5.1	4.9	5.0	21	13	31
湿 田 グライ土	6.9	5.7	5.8	5.0	5.8	19	17	15
” 泥 炭 土	5.9	5.3	6.0	4.6	6.2	9	7	10
全 平 均	5.9	5.5	5.5	4.0	5.0	99	75	94

注）本データは空知支庁水田土壌窒素検討会から引用した。

表V-24 移植から6月下旬までの気象と作況ほの茎数（空知地方農業気象協議会）

年 次	6月の気象		7月1日			7月15日		
	積算気温 （℃）	日照時間 （h r）	草丈 （cm）	葉数 （葉）	茎数 （本/株）	草丈 （cm）	葉数 （葉）	茎数 （本/株）
平成3年	549	210.8	41.9	8.7	25.0	61.3	9.9	28.0
平成4年	459	121.6	35.8	8.5	17.9	56.3	10.1	27.1
平成5年	444	108.2	32.9	7.9	12.1	47.6	9.9	26.6
平 年 ²⁾	472	190.8	38.9	8.7	26.9	58.7	10.2	27.7

注1）岩見沢

2）前5ヶ年の平均値

表V-25 生育期節と収量（空知支庁 1993）

年次	生育期節（月/日）			収量 （kg/10 a）	作況指数
	幼穂 形成期	出穂期	成熟期		
平成3年	6/27	7/27	9/11	533	105
平成4年	7/ 7	8/ 7	9/26	475	93
平成5年	7/ 9	8/12	10/ 4	251	49
平 年 ¹⁾	7/ 6	8/ 3	9/21	512	100

注）前5ヶ年の平均値

平成5年6月23日

水田土壌窒素に関する緊急情報

中央農試 岩見沢専技室

1 本年の生育概況（図表省略）

本年は移植後から現時点まで、一貫して低温と日照不足が継続している。例年であれば今ごろ草丈が25cm、茎数が1株当たり8～10本（移植時5本）に増加し、葉色は濃い緑色を呈していますが、本年の水稲はここ数日でやっと分けつが始め、葉色も薄い状態です。生育の遅れは地域や苗質によりバラツ

キますが、現時点で4～7日の遅れから、さらに拡大しそうな気配です。

2 葉色が薄い理由

「葉色の黄ばみ」の第一の原因は、低温と日照不足ですが、水稻を引き抜いて根を観察すると分かります。根は、活性の高い白くて生き生きした部分が少なく表面に茶褐色の物質が付着しているはずで、これは土壌が還元化（ワキ、昨年秋から続いている）で生ずる可溶性の鉄等を過剰に吸収しないように、稲が抵抗している証拠です。さらに、進行すると根腐れをおこします。土壌環境面では、(ア)昨年来の水田土壌の乾きが悪いこと（還元状態の継続）、(イ)水温は低くないことから、還元（ワキ）が例年以

上に進行していること、(ウ)低温による稲の酸化能力（土壌還元に抵抗する能力）の低下、が複合した結果です。

3 対策

(1) 一言で云って、積極的な対策はありません。しかし、軽減策を以下に示します。

(2) 防衛的対策(その1)：追肥はしない

ここで重要なことは、葉色が薄いことへの対策に窒素の追肥という間違いを起こすことです。本年のような、気象及び土壌環境では、施肥窒素は十分に残存しています。

追肥は不要などころか、最悪の選択です。理由はよくお解りの様に、土壌に窒素が沢山残っている状態での追肥は水稻の生育をさらに遅らかすからです。

(3) 防衛的対策(その2)：田面水の交換土壌還元(ワキ)の緩和

還元がかなり進行しています。チャンスをはかって田面水の効果をして下さい。なお、中干しするには気温が低すぎます。

(4) 防衛的対策(その3)：畦草刈と害虫発生監視
稲の生育が遅れ、軟弱に育っていると、7月中旬ころから二稈もち、褐変穂、葉鞘褐変病に犯され易くなります。畦草はこれらの病原菌の巣窟です。これを取り除いておくことが重要です。また、稲が小さいので害虫の被害の影響が大きくなりがちです。発生予察に努め適期を逃さず防除をして下さい。

3) ケイ酸資材施用の現地優良事例

土壌改良資材施用の効果については、試験データでは知られているが、現地データでは確かな事例が乏しい。下記のデータではケイ酸資材の施用効果として無施用に対して10年連用で37%高い精玄米収量が得られている。成熟期の茎葉の分析値は明らかに施用処理のケイ酸含有率が高くかつ窒素が低いので、稲体の耐冷性素質は強化されていたと推定される(表V-26)。

しかし、本事例ケイ酸施用は有無についての厳密な実

平成5年7月1日

営農特別指導情報 第2号

水田土壌窒素に関する情報 (第2号)

空知支庁営農指導特別チーム長

農業振興部長 伊藤 満

道立中央農試 岩見沢専技室

総括専技 黒沢不二男

1 本年の生育概況

本年は移植後から6月下旬まで、一貫して低温と日照不足が継続してきましたが、6月末日ようやく日照のみ回復の兆しが見込まれますが、気温はなお低く推移しそうです。7月1日現在の生育進度は5～7日の遅れです。

例年であれば6月下旬～7月上旬から幼穂形成期に入りますが、本年は7月上～中旬にずれ込みます。

葉色は6月中旬まで薄い緑色を呈していますが、本年の水稻は6月6半旬に至りようやく濃緑化し、分けつが盛んに始まってきました。

2 水田の土壌窒素の現況(図表省略)

(1) どの地域も窒素が沢山残っています。

3 対策：本年は勿論あらゆる場合を問わず「追肥厳禁」です。

ここで重要なことは、生育の遅れは追肥では決して解決しないことを肝に命ずることです。本年のような、気象及び土壌環境では、施肥窒素は十分に残存しています。

験の結果ではない。おそらくはこの収量間差のなかには、これ以外の管理作業(育苗・水管理・防除)が的確であることが加算されていると思えた。

(坂本宣崇)

表V-26 ケイ酸資材10年連用水田の現地事例(空知西部農業改良普及所、1993)

処 理	発病指数		成熟期の茎葉分析値 (%)		総穂数 (×100粒/㎡)	稔実歩合 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	精玄米重 収 量 (kg/10a)	検査等級
	葉鞘褐変	褐変穂	N	SiO ₂						
対照	2.7	3.0	0.69	6.6	270	70.0	54.9	21.2	301	2下
ケイカル連用	1.4	1.6	0.57	8.9	386	76.5	53.5	21.1	413	2中

注1) 新十津川町、灰色低地土、空育125号、中苗、共通施肥：8.9-9.5-9.1kg/10a、ケイカル100kg/10a/年

2) 茎葉の分析：中央農試栽培第1科