

泥炭地水田に対する客土の米質向上効果

稲津 脩* 渡辺 公吉* 今野 一 男*
森 毅彦**

The Effect of Soil Dressing on Grain Quality of Rice
Grown on Peaty Paddies in the Central Hokkaido

Osamu INATSU, Kohkichi WATANABE,
Kazuo KON-NO and Takehiko MORI

泥炭地水田産米の米質不良性を解析し、客土による米質向上効果を明らかにした。米質の評価は、玄米性状、炊飯特性およびアミログラム、テクスチュログラムの特性に基づいて行った。米質は泥炭地産米が最も劣り沖積壤土、沖積埴土、洪積埴土の順で火山灰土が最も優れていた。しかし、泥炭地水田であっても、埴土質土壤の客土によって米質を向上することができた。また、洪積埴土と沖積埴土を客入した場合、それぞれの米質には差が認められなかった。泥炭地水田において埴土質水田に匹敵する米質を得るためには、120 m³/10 a 以上の客土量が必要と思われる。「ほうりゅう」のような良質品種は、泥炭地水田による米質劣化の影響は小さい。米質の劣化の主な原因は、米粒中の蛋白質が澱粉の生成に関与し、その糊化特性に影響を及ぼすためと推察された。

I 緒 言

北海道の泥炭地はほとんどが氾濫を繰返した河川流域に発達した沼野泥炭で、その面積は20.1万haに及び農耕に適する平坦地の主要部分を占めている。したがって古くからこの開発は北海道農業の関心事であった。市村¹²⁾は、泥炭地を開拓し農耕地にするためには排水が重要であることを提唱した。藤森^{4,5,7)}は、排水後の客土が畑作物に対して顕著な効果のあることを認めた。また、松実ら^{17,18,19,27,28)}は、排水、客土後の泥炭地土壤が熟田化する過程を追跡し、石塚、田中¹³⁾、藤森ら⁶⁾は泥

炭地水田に対する客土の効果を究明した。これらの研究を背景に、昭和25年以降泥炭地の開拓事業として大規模排水および客土事業などがおこなわれ、北海道中央部地帯の泥炭地の大部分が水田化した。

こうして出現した泥炭地水田は今や造田後10年以上を経過し、泥炭の分解が進み、水稻の生産力は著しく向上し、玄米収量では鉾質土壤水田を凌ぐまでになった。しかし、米の品質、食味については顕著に劣ると言われ、その向上もなお希求されている。

本報は5つの土壤種類別の水田ならびに客土量の異なる泥炭地水田に生産された米の品質、食味について検討し、客土が泥炭地水田の米質改善にも著しく有効であることを報告する。

本研究を行うに当り有益なご助言をいただいた前北海道立中央農業試験場長茅野三男氏、前北海道立中央農業試験場長小山八十八氏、農林省北海

1977年10月25日受理

* 北海道立中央農業試験場稲作部 岩見沢市上幌向

** 北海道農地開発部(北海道網走支庁 網走市北6西3)

道農業試験場農芸化学部泥炭地研究室本松輝久室長、栗崎弘利技官、また本稿をご校閲くださった北海道立中央農業試験場稲作部長内俊一郎に厚く感謝の意を表する。

II 試験方法

1. 栽培試験条件

- (1) 土壌の種類別米質比較試験 (昭和46, 47, 48年度)
北海道中央部水田地帯に位置する空知, 石狩支

庁管内の5地点から採取した母材, 堆積様式の異なる土壤水田 (表1) の作土を用いて同一条件の下で栽培試験を行った。

栽培試験は稲作部水田圃場に1区2.1m² (2連制) 深さ48cmの木框を設置し, その底にビニールシートを敷きそれより33cmまでを夫々の土壤とつめかえ排水は心土部分に通したハイゼックスパイプ暗渠管で調節した。供試品種は「ほうりゅう」, 共通施肥量は N-P₂O₅-K₂O-MgO=6-8-7-4 kg/10a で, その他の栽培条件は慣行に従った。

表1 供試土壌の一般的性質 (その1)

土壌種別	pH		T-N (%)	腐植 (%)	T-C (%)	C/N	N/5HCl 可 溶成分 (mg)		置換 容量 (m.e.)	粒径組成 (%)				土性	採 取 地
	H ₂ O	KCl					P ₂ O ₅	K ₂ O		粗砂	細砂	シルト	粘土		
泥炭土	5.2	4.6	0.62	22.0	12.8	20.6	22.2	36.6	25.9	28.0	30.4	25.2	16.4	CL	新篠津村開拓 (高位泥炭)
火山灰土	6.0	5.1	0.41	8.1	4.7	11.5	36.3	15.3	11.6	64.2	15.8	14.4	5.6	SL	由仁町三川
洪積埴土	5.6	4.8	0.21	4.3	2.5	11.7	3.1	15.5	15.6	10.2	16.2	38.6	35.0	LiC	栗沢町由良
沖積埴土	6.1	5.5	0.23	4.6	2.7	11.6	18.2	16.3	17.2	1.2	16.2	54.0	28.6	SiC	岩見沢市上幌向町
沖積壤土	5.4	4.7	0.34	7.1	4.1	12.1	4.9	12.9	15.9	16.5	31.4	28.5	23.6	CL	滝川市東滝川

- (2) 現地客土水田の産米調査 (昭和47年度)

空知・石狩両支庁管内の主要稲作地である江別市, 当別町, 南幌町, 栗沢町, 岩見沢市, 北村, 美唄市, 妹背牛町の9市町村の中で客入土量の異なる一連の泥炭地水田を選定し, そこで生産された「ほうりゅう」と「イシカリ」を試料として米質の調査を行なった。調査点数は比較対照の無客土および埴土水田の分を含めて延べ60である。

- (3) 客土による米質向上効果の精査試験 (昭和

48, 49年度)

当部水田圃場に木框試験区を設け, 表2に示す泥炭土に0, 30, 60, 90, 120m³/10aの客土を想定して洪積埴土あるいは沖積埴土の混合処理を行い, 「ゆうなみ」・「ほうりゅう」・「ユーカラ」の3品種を栽培し, その産米を試料とした。共通施肥量は N-P₂O₅-K₂O-MgO=6-8-7-4kg/10a で, その他の栽培条件は慣行に従った。

表2 供試土壌の一般的性質 (その2)

土壌種別	pH		T-N (%)	腐植 (%)	T-C (%)	C/N	N/5HCl 可 溶成分 (mg)		置換 容量 (m.e.)	粒径組成 (%)				土性	採 取 地
	H ₂ O	KCl					P ₂ O ₅	K ₂ O		粗砂	細砂	シルト	粘土		
泥炭土	3.8	3.4	1.16	71.6	41.6	35.9	12.6	12.6	41.0	—	—	—	—	—	新篠津村開拓
沖積埴土	5.3	4.2	0.17	2.3	1.4	8.2	16.5	16.5	20.1	0.8	18.6	36.0	49.6	HC	岩見沢市上幌向町
洪積埴土	5.1	3.5	0.08	0.4	0.2	2.5	7.9	7.9	26.2	7.3	16.6	30.8	45.3	HC	岩見沢市孫別

2. 米質分析法

- (1) 玄米の外見的品質

1) 粒厚構成。東試式統調型縦目篩振盪機を用いて, 玄米100gを5分間振盪して各段毎の粒数を計測した。

- 2) 玄米の外見的類別。北海道食糧事務所が示

した玄米被害粒等限界基準に従って, 死米, 青米, 奇形米, 茶米に類別し, その残りを整粒とした。

3) 搗精歩合。試験用精米機 (Kett-TP 2) を用いて測定した。

4) 検査等級。農産物検査規格規程に従って実施し, その結果は統計処理の都合上2等の上: 1,

2等の中：2，………5等の下：12，等外：13のように数字化して取扱った。

5) 粗玄米1,000粒重。粗玄米100gの粒数から算出した。

6) 玄米の容積比重。ブラウエル氏穀粒計による1ℓ当りの重量を測定した。

(2) 食味に関する物理・化学的性質

1) 炊飯特性。倉沢ら¹⁵⁾の方法によった。

2) アミログラム特性。米粉40g(乾物重)を水450mlに懸濁し、ブラベンダーアミログラフイーで測定した。

3) テクスチュログラム特性。Texturometer GTY-2型を用いて、著者ら²⁵⁾の条件で測定した。

4) Blue Value。著者ら¹¹⁾の方法によって測定した。

5) 粗蛋白含量。精米粉のケルダール法によるN含有率を5.9倍した。

III 試験結果

1. 土壌の種類と米質

出穂期の土壌状態および生育、収量を表3に示

した。土壌の酸化還元電位(E_h)は沖積埴土、泥炭土が他の土壌より低く、還元が比較的発達していることが認められた。出穂期における土壌中のNH₄-N供給状態は、泥炭土が供試土壌中で最も豊富で、沖積埴土、洪積埴土、火山灰土、沖積壤土の順に乏しかった。玄米収量は高い方から泥炭土、沖積埴土、沖積壤土、洪積埴土、火山灰土の順となった。

玄米の外見的性質および食味に関する物理・化学的性質を表4に示した。青米歩合および検査等級は供試土壌間に有意(P<0.01)に相違する結果を得た。火山灰土、洪積埴土は他土壌に比較して青米歩合が低く、検査等級は高かった。泥炭土は他の供試土壌より玄米の外見的性質が顕著に劣る傾向を示した。

アミログラムの最高粘度は347~382B.U.に分布し、高い方から火山灰土、洪積埴土、沖積壤土、泥炭土の順であった。テクスチュログラムの粘りは火山灰土、洪積埴土に対して沖積埴土が5%水準で、沖積壤土、泥炭土が1%水準で有意に低かつ

表3 生育・収量および土壌状態(3ヶ年平均)

土 壌 種 別	土壌状態(出穂期)		穂 数 (本/㎡)	整玄米重 (kg/a)	粒中養分含有率(%)		
	E _h (m.v.)	NH ₄ -N (mg/乾土100g)			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
泥 炭 土	+ 21	1.66	560	54.6	1.55	0.78	0.41
火 山 灰 土	+145	0.81	546	45.3	1.37	0.78	0.41
洪 積 埴 土	+ 43	0.81	511	46.0	1.43	0.76	0.41
沖 積 埴 土	- 1	0.74	570	49.9	1.35	0.77	0.49
沖 積 壤 土	+ 35	0.91	543	46.0	1.39	0.80	0.46

表4 土壌の種類と米質

土壌種別	玄米の外見的性質				アミログラム		テクスチュログラム			炊 飯 特 性		
	2.0mm以上の玄米粒数%	整粒歩合粒数%	青米歩合粒数%	検査等級	最高粘度B.U.	ブレークダウンB.U.	硬 さ(H)	粘 り(H-1)	H/H-1	加熱吸水率%	膨張容積 ml	よう素呈色度
泥 炭 土	29.1	66.1	20.5	4 下	347	127	2.69	1.38	22.2	3.10	32.3	0.193
火山灰土	88.0	73.3	14.6	3 下	382	161	2.32	1.77	14.0	2.90	30.4	0.159
洪積埴土	85.2	71.5	15.0	3 下	364	144	2.36	1.77	14.4	2.95	31.1	0.172
沖積埴土	83.0	69.9	16.1	4 上	360	139	2.42	1.66	16.0	2.98	31.4	0.172
沖積壤土	81.2	70.3	17.3	4 上	348	130	2.44	1.57	17.2	3.04	32.0	0.183
F ₀₈	n.s. 2.08	n.s. 3.55	** 8.42	** 18.14	** 8.30	** 10.14	n.s. 3.12 (F ₀₄)	** 10.14 (F ₀₄)	n.s. 2.61 (F ₀₄)	** 14.95	* 6.16	* 6.85

注) テクスチュログラムは昭和47、48年の平均値、他は昭和46、47、48年の平均値で示した。

*………P < 0.05, **………P < 0.01

た。アミログラムの最高粘度、ブレークダウン、炊飯特性のよう素呈色度、テクスチュログラムの粘りからみて供試5土壤中で泥炭土が最も劣っており、火山灰土とは対照的で有意差が認められた。

2. 現地客土水田の米質

現地客土水田の米質調査結果を表5に示した。粒厚2.2mm以上の上米は、60および90m³客土田で最も多く、無客土田および埴土田で少なかった。整粒歩合は120m³客土田、埴土田が高く客土量が少ない程低かった。青米、死米歩合は客土量が多い程減少する傾向で客土により玄米の外見的性質が良化していた。埴土田を除くと泥炭地水田はすべて4等であったが、客土量の多い程わずかに良化するようにみられた。1,000粒重は客土量が多い程大きくなり120m³客土田で23.1gと最大値を示した。搗精歩合は88.9~91.0%に分布しており、客土量が多くなるに従いわずかながら高かった。

アミログラムの最高粘度、ブレークダウンは客

土量が多くなるに従って高くなったが、コンシステンシーには有意な関係は認められなかった。テクスチュログラムの硬さは客土量の多い程減少したが、付着性は逆に増大した。粗蛋白含有率は客土量の多い程減少しており、120m³客土田は30m³客土田より1%も低かった。炊飯特性の加熱吸水率、膨張容積、よう素呈色度、溶出固形物ともに客土量の多くなるに従って減少する傾向を示した。

整粒歩合とアミログラムの最高粘度は客土量、場所、品種間にいずれも有意性が認められ、客土量の差が顕著であった。空知支庁の6ヵ所はアミログラムの最高粘度では石狩支庁の4ヵ所よりも高く、整粒歩合では逆に石狩支庁の方が高かった。整粒歩合およびアミログラムの最高粘度ともに「ほうりゅう」は「イシカリ」より高かった。

3. 客土による米質向上効果の精査

試験結果を表8に示した。上米および整粒歩合

表5 現地客土水田の米質（客土量別10ヵ所、2品種平均値）

項 目		無 客 土	30m ³ /10 a	60m ³ /10 a	90m ³ /10 a	120m ³ /10 a	埴 土
粒厚2.2mm以上の玄米（粒%）		26.0	32.5	36.4	39.9	32.8	30.9
外 見 的 類 別	整 粒（粒%）	67.2	67.3	71.2	75.3	75.6	78.7
	青 米（粒%）	16.5	17.3	15.0	13.7	13.2	11.5
	死 米（粒%）	5.3	6.2	4.4	3.4	3.9	3.2
	茶 米（粒%）	10.3	8.5	8.2	7.0	6.2	5.1
検 査 等 級		(4 中 5.1)	(4 中 5.4)	(4 上 4.0)	(4 上 3.9)	(4 上 3.5)	(3 下 3.2)
1,000 粒 重 (g)		21.7	22.1	22.9	23.0	23.1	22.6
仮 比 重 (g/ℓ)		813	807	813	825	82.4	82.6
搗 精 歩 合 (%)		89.7	89.6	89.4	89.8	90.2	90.0
グ ラ ミ ロ 特 性	最 高 粘 度 (B. U.)	317	314	335	338	358	364
	ブ レ ー ク ダ ウ ン (B. U.)	111	116	121	125	137	143
	コ ン シ ス テ ン シー (B. U.)	434	442	446	442	445	446
グ ラ ム 特 性	硬 さ (1 v当量)	5.6	5.5	5.4	5.3	5.1	5.1
	付 着 性 (5 v当量)	0.84	0.92	0.91	0.89	1.17	1.22
	ガ ム 性	3.66	3.31	3.27	3.26	2.96	2.78
粗 蛋 白		8.3	8.6	7.9	7.9	7.7	7.3
炊 飯 特 性	加 熱 吸 水 率 (%)	2.89	2.84	2.81	2.76	2.88	2.75
	膨 張 容 積 (ml)	32.5	32.6	31.5	31.3	30.4	30.4
	よ う 素 呈 色 度	0.297	0.296	0.273	0.263	0.250	0.240
	溶 出 固 形 物 (mg)	300	295	263	247	237	228

は客土量が多くなる程大きく、埴土田で最大であり120m³客土田では埴土田に近い値を示した。青米、死米歩合は客土量を増すにしたがって減少し、埴土田で最小値を示した。検査等級は無客土田、30m³客土田の他は3等に格付されており客土の効果が認められた。1,000粒重では、客土量が多くなるほど大きくなり、120m³客土田で最大値を示した。搗精歩合は120m³客土田が89.1%で無客土の88.1%に比較して1.0%高かった。

アミログラムの最高粘度は341~403B.U.に分布しており、客土量が多くなるにしたがって高かった。ブレークダウンは客土量が多くなるにしたがって高くなるが、変異係数(43.2~51.4%)が大きいことを考慮すれば有意な差異とは考え難かった。テクスチュログラムの硬さは、客土量を増すにしたがって低下し逆に付着性が大きくなる傾向を示した。このため多量客土田は少量客土

田に比較して軟らかく粘る米を生産しうることになる。炊飯特性の加熱吸水率、膨張容積、よう素呈色度、溶出固形物の測定値はいずれも客土量を増すにしたがって低下し埴土田で最低値となった。粗蛋白含有率は客土量を増すにしたがって減少し、120m³客土田は8.1%で埴土田の7.7%に近かった。

分散分析の結果、整粒歩合は年次・客土量・品種間に有意性があり、客入土壌間の差は認められなかった。客土量を増すにしたがって整粒歩合は高まった。品種間では「ほうりゅう」・「ゆうなみ」・「ユーカラ」の順に低下したが、年による影響が無視できなかった。

アミログラムの最高粘度は主効果のすべてに高い有意性が認められたが、年次と品種および年次と客入土壌の交互作用が有意で、とくに客入土壌の差は年次によってかき消された。品種間の差異も年次による影響をうけたが、平均値としては「ほ

表6 精査試験における米質(客土量別, 3品種, 2ヶ年平均値)

項 目		無 客 土	30m ³ /10 a	60m ³ /10 a	90m ³ /10 a	120m ³ /10 a	埴 土
粒厚2.2mm以上の玄米(粒%)		86.5	86.0	89.3	88.1	89.4	91.4
外 見 的 類 別	整 粒(粒%)	70.1	72.4	74.5	75.2	79.1	79.7
	青 米(粒%)	12.2	11.8	10.6	8.7	7.3	5.7
	死 米(粒%)	6.6	5.5	4.7	3.8	3.5	2.4
	茶 米(粒%)	10.5	10.1	9.8	11.9	11.3	11.9
検 査 等 級		4 中 (8.0)	4 上 (7.1)	3 下 (6.3)	3 下 (5.6)	3 中 (4.9)	3 中 (4.8)
1,000 粒 重 (g)		22.4	22.5	22.6	22.7	23.0	22.9
仮 比 重 (g/ℓ)		838	838	840	844	845	845
搗 精 歩 合 (%)		88.1	88.2	88.5	88.6	89.1	89.5
グ ア ミ ロ グ ラ ム 特 性	最 高 粘 度 (B. U.)	341	368	372	384	397	403
	ブ レ ー ク ダ ウ ン (B. U.)	130	142	150	157	157	167
	コ ン シ ス テ ン シー (B. U.)	414	424	445	448	450	460
テ ク ス チ ュ ロ グ ラ ム 特 性	硬 さ (1 v当量)	5.6	5.6	5.5	5.3	5.2	5.2
	付 着 性 (5 v当量)	1.8	1.9	1.8	2.1	2.4	2.3
	ガ ム 性	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6
粗 蛋 白		8.8	8.6	8.5	8.3	8.1	7.7
炊 飯 特 性	加 熱 吸 水 率 (%)	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.8
	膨 張 容 積 (ml)	32.5	31.9	31.5	32.5	30.6	29.8
	よ う 素 呈 色 度	0.296	0.290	0.285	0.275	0.248	0.244
	溶 出 固 形 物 (mg)	288	278	260	239	217	215

表7 精査試験における米質の2元表

項	目	無 客 土	30m ³ /10 a	60m ³ /10 a	90m ³ /10 a	120m ³ /10 a	埴 土
整 粒 歩 合 (%)	昭和48年度	76.9	78.3	79.3	81.0	82.3	83.9
	〃 49 〃	63.4	66.6	69.7	69.3	72.8	75.5
	ほうりゅう	74.5	74.8	77.1	77.5	79.1	81.2
	ゆうなみ	71.8	73.6	75.1	77.0	80.0	82.0
	ユーカラ	64.0	68.9	71.4	71.1	73.5	75.9
	沖積埴土	69.0	71.8	73.5	75.9	78.5	80.5
アミログラム 最 高 粘 度 (B. U.)	昭和48年度	403	420	433	437	457	461
	〃 49 〃	283	315	313	330	337	345
	ほうりゅう	358	386	395	400	405	420
	ゆうなみ	355	360	364	386	401	403
	ユーカラ	317	357	359	366	385	386
	沖積埴土	349	370	379	386	398	406
	洪積埴土	337	365	366	381	396	401

うりゅう」の30～60m³客土が、「ゆうなみ」の90m³、「ユーカラ」の120m³客土に相当した。

テクスチャーログラムの付着性は、年次・客土量・品種間に高い有意性があり、客入土壌間の差は認められなかった。しかし品種間の差は客入土壌によって大きく影響された。

したがって、これら3形質では、客土量の効果が最も安定して顕著に高かった。

IV 考察および論議

泥炭地産米の米質中、外見的性質は本試験で供試した5土壌間で最も劣っていたが、鉬質土壌の客入によって明らかに良くなっており、従来までの常識的見解と概ね合致した。一方、食味についても、泥炭地産米の不良性が種々論議されてはいたが客観性に乏しかった。これに対して筆者らは、別に検討を進めてきた米の食味に関係する物理・化学的性質の測定方法を適用し、泥炭地水田における客土の効果について新しい側面を見出そうとした。

瀬戸・岡部²⁶⁾は土壌および肥料条件と米飯の食味特性との関係を知るべくアミログラム特性、炊飯特性などの理化学的要素を分析し、肥培条件は米の食味に余り影響しないと、泥炭米と砂地米を指標し得なかったことから、土壌条件によっても米飯の食味特性に差のないことを暗示した。その後、分析技術が進歩し、米の食味に関する物理・

化学的性質についても幾つかの分析方法が確立されるに伴い土壌および施肥条件と米飯の食味特性との関係が解明され始めた。宮松・寺島^{21,22)}は土壌条件の違いが米の品質に影響していることを認め、施肥条件も米の品質、就中食味に関係あることを指摘した。南・土居^{23,24)}は、乾田タイプの黄褐色土壌、礫質土壌は湿田タイプの泥炭質土壌、グライ土壌よりも米飯の食味特性がよいとし、さらに窒素の施肥処理と食味の総合評価値との間に負の相関関係を認めた。茶村ら²⁾は火山灰土壌、泥炭土壌で生産された米について米飯の粘りが少なく味が劣るとした。しかしながら、これらはいずれも試験条件の設定が十分ではなかった。

著者らは北海道中央部水田地帯の主要な5種類の土壌を用いて、当部内の同一環境条件下で土壌の種類の相違と米飯の食味特性との関係を正確に捉えようとした。その結果、米飯の食味に関係する物理・化学的性質は土壌間で有意に相違しており、食味不良の方から泥炭土、沖積埴土、沖積埴土、洪積埴土、火山灰土の順となつて、泥炭地産米が最も劣ると断定せざるを得なくなった。

山下・藤本^{33,34,35,36)}は、施肥窒素の食味特性に対する影響が、でん粉のアミログラム特性よりもむしろ米飯の粘弾性の低下に現われるとし、りん酸については窒素よりも食味に与える影響が小さいとしながら、無りん酸区の米飯の食味がりん酸施用区よりやや劣ることを認め、カリについては

その施用の有無が米飯の食味特性に影響を示さないとしている。Juliano¹⁴⁾は、アミロース含有率の非常に接近している米における米飯の食味特性の相違は、米粒中の蛋白質含有率による影響が最も大きいとしている。これらの研究から、泥炭地産米の食味不良性に対する養分的影響を考えるに当たって、泥炭地水田の窒素放出パターン特性に着目し、これによる米粒中の高い蛋白質含有率が米飯の食味特性の劣悪さに深く関係しているものと予測した。

米粒中の蛋白質の貯蔵形態としては Graham³⁾が超薄切片を用いた電子顕微鏡観察によって、胚乳内部に蛋白顆粒 (Protein bodies) を認め、アリューロン顆粒より高蛋白であることを明らかにした。また、倉沢¹⁵⁾は、米粒の胚乳を電子顕微鏡で観察し、オスミン酸によりよく染色する小体の存在を認め、さらにこの小体は星川¹⁰⁾、満田²⁰⁾の研究によって前出の蛋白顆粒と同じもので、その約60%がグルテリンからなっているところの米の貯蔵蛋白質であることを明らかにした。これらの研究は、米粒中の蛋白質は単に糠層、胚にのみ存在し、精米によって除去されるというものばかりでなく、胚乳組織自体にも含有することを示している。

そこで、著者らは米粒中の蛋白質が米飯の食味特性に関係をもつ場合として次の3つを想定した。

1. 蛋白質がでん粉の吸水、膨潤に影響を与える場合。
2. 蛋白質がでん粉の糊化を直接的に抑制する場合。
3. 高蛋白条件の下では糊化し難い構造のでん粉が生成されるという場合。

第1点について、Juliano¹⁴⁾らの研究の中で、高蛋白含有率のものの炊飯時間を長くすればテクスチャーの差が小さくなることから、炊飯の際に蛋白質がでん粉の糊化を抑制する可能性を示唆した。北海道産米は平ら^{29,30)}の指摘にもある如く全般的に高蛋白であり、就中泥炭地産米は鉾質土壌水田より高蛋白であることは表5、8で示した通りである。これらから、泥炭地産米の食味特性が不良な原因として、蛋白質がでん粉の吸水、膨潤に悪い影響を与えることを通して、糊化特性を不良にしていると考えられる。

第2点について、山下・間野³²⁾が北海道産米の遊離アミノ酸をペーパークロマトグラフィーにより検出して16種を確認し、府県産米に比較してチロシンの多いことを指摘した。著者らの1人³⁾も別の協同研究者と共に、北海道産米の遊離アミノ酸含有率が新潟県産米に比較して顕著に高いことを認め、さらにアミノ酸分析計によるアミノ酸組成の測定から、山下・間野と同じくチロシンの多いことを認めた。かくて、米粒中のアミノ酸組成およびその含量が次第に明らかにされて来ているので、これらがでん粉の糊化に対する直接的影響についても解明に近づいているとみられる。

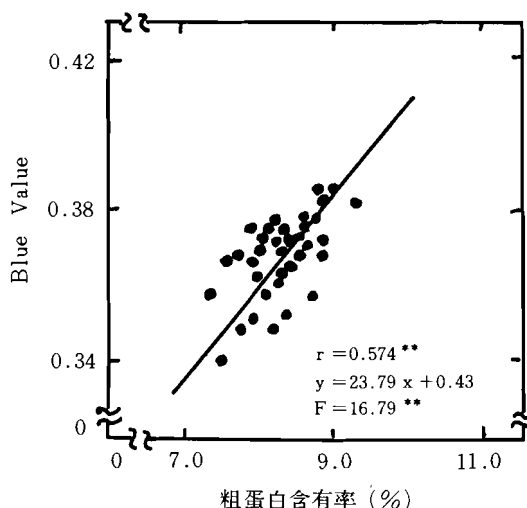


図1. 粗蛋白含有率とBlue Valueの相関

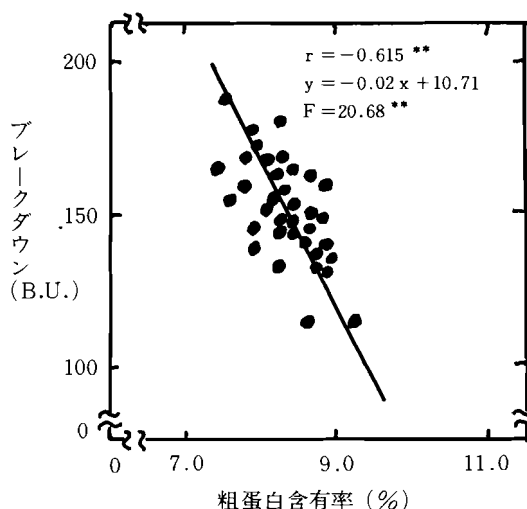


図2. 粗蛋白含有率とブレイクダウンの相関

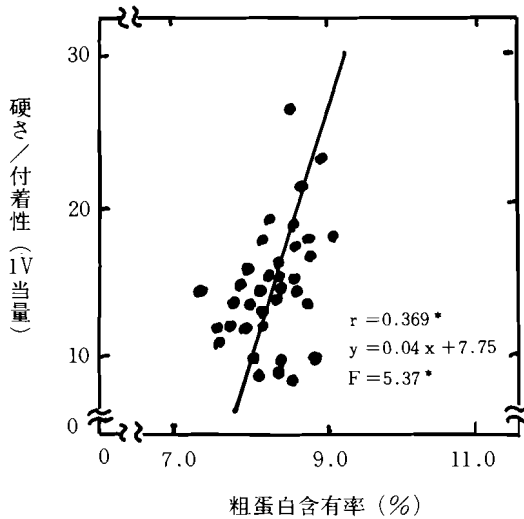


図3. 粗蛋白含有率と硬さ／付着性の相関

第3点について、著者らは表5、8に掲げた試験結果から米粒中の蛋白質含有率とブルーバリューの間に正の高い相関を認めた(図2)。米粒中の蛋白質含有率とブルーバリューあるいはアミログラム特性値との間に相関関係が認められることは、胚乳中で蛋白質がでん粉生成に当たってその特性の形成に関与した可能性を暗示している。図3から、米粒中の蛋白質含有率が高いと、米飯の物理的性質として硬くて粘らなくなることは確かである。即ち本試験の結果から、泥炭地産米は鉈質土壌水田産米に比較して米粒中の蛋白質含有率が高く、硬くて粘らない性質を有すること、また泥炭地水田に対して鉈質土壌を客入すると、米粒中の蛋白質含有率が低下すると共に硬くて粘らない性質が改善される。

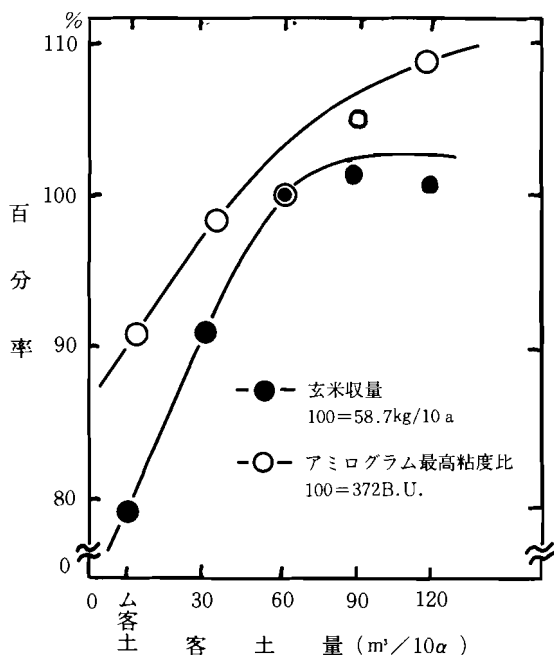
以上3つの場合の詳細な解析は今後の研究に俟たねばならないが、泥炭地産米の食味不良性が主としてその高蛋白質含有率によるものであることはほぼ確かである。

さらに、泥炭地産米の高蛋白質含有率は泥炭土の窒素放出パターンの特性と関係が深いとの観点から既往の研究結果をみると^{6,13,17,18)}泥炭地水田に対する客土が泥炭の無機化を促進し、生育前半における主としてアンモニア窒素養分の放出を増加し、不安定、低収に結びつく生育相を改善する効果の大きいことを示している。本試験でも客土により米粒中の蛋白質含有率が著しい相違を示しており、これは土壌中の窒素供給およびその吸収

について著しい相違があった結果と考えられる。

昭和48,49年度の客土による米質向上効果の精査試験の結果から、玄米収量および米質としてはアミログラムの最高粘度を指標として客土による改善効果を客土量との関係でまとめたのが図4である。藤森⁸⁾は水稻の生育収量の面から60m³以上の客入で増加率の小さいことをあげ、泥炭地水田における客土量は60m³程度を限度とすると提案しているが、本図からも玄米収量に関しては60m³またはせいぜい90m³の客土量で十分であると考えられる。しかし、米質に関しては120m³もしくはそれ以上の客土量もなお有効であることが示される。

客土の必要性あるいは適量は、その目的効果の解明あるいは稲作をめぐる条件の変遷を反映して変化している。近年では、稲作の近代化が進み、大型機械が導入されるにしたがって泥炭地水田の改善目標に地耐力の強化ということが加わった。久末⁹⁾は埴土質土壌を多量に客入した泥炭地水田の地耐力は、春耕期は大きく、収穫期およびそれ以降では小さいので、秋季の大型機械導入を考えれば、客入土量には自づと限界があるとしている。秋季における地耐力の弱化は排水不良と関連が深いのであるならば、十分に排水すれば客入土量の増加により地耐力も平行して増加することになるであろう。しかるに排水条件が十分でない泥炭地水田の現状において、秋季の地耐力との関係から客土の適量を導出しても、客土の負効果を優先的に考えた限界量に過ぎないであろう。また、120m³以上に及ぶ多量の客入が施工された場合は、耕耘により下の泥炭を少しずつ混入して熟田化を進めることが困難であり、客土層の下部に圧密部を生じこれが透水不良層となって表面排水が不良となり、トラクターの走行は著しく難渋し、水稻の生育、収量も不良となることから、客土は90m³程度を限度として行い、かつ暗渠密度を高めることが泥炭地水田に対する適当な客土条件であるという考え方もある。これらに対して、著者らは米の品質、特に食味改善の効果を求めるならば120m³以上の客入によってもなお効果が現われるということを、図4の示すおとりに主張するものである。しかし、120m³以上もの土量を一時に客入する施工法には問題がないわけでない。泥炭地水田の発展経過によると、開田の当初に30



注) 60m³/10a 客土水田の平均値 (n = 12) を 100 とした。

図 4. 客入土量と収量、米質の関係

～60m³の鉱質土壌を客入し、5～10年の間に徐々に下の泥炭を混合して熟田化を進めて来た。しかし、この程度の客土量では数年間の耕作をまたずに、鉱質土壌分が不均一に分布するようになり、客入土壌の余り載っていない部分では下の泥炭が浮上現象を起し、地耐力が極度に低下する例が頻発した。これに対しては、さらに30m³程度の補正客土が行われるが、この程度の補正客土量であるならば再び数年の耕作の中に前述の現象を繰返すこととなり、さらに30m³程度の客土を行うという経過をたどっている。このような経過は一見して果しなく報われない足跡と思われるが、かくして数回に分けて繰返し客土された水田では総量として150m³/10aにも及ぶ土量を客入しているにもかかわらず、一時に多量の土壌を客入するに当って危惧されるような強度な排水不良や圧密層の形成は認められず、作土層には泥炭が適度に混入して熟田化が進んでいる。またこのような土層状態は、泥炭地高位収穫田³¹⁾で現にしばしば見受けるものである。

したがって120m³/10a以上もの多量客土を行うに当っては既往の成功例にならって、計画的に数回に分割して客入する施工法をとり入れ、さらに

高密度に根殻暗渠などを行って作土層の排水を良好とすることが不可欠と考えられる。

かくて、泥炭地水田でありながら多量の客土を受け入れて、良食味特性の米を生産し得る水田を実現することが可能となるものと思われる。

V 引用文献

- 1) 麻生末雄, 稲津 脩: 未発表。
- 2) 茶村修吾, 川頼金次郎, 横山栄造, 本多康邦. “米の食味と土壌型との関係, (第1報), 土壌型とその化学的性質が水稻の生育, 食味に及ぼす影響”. 日作記. **41**, 27—31 (1972).
- 3) Graham, S.D., Jennings, A.C., Morton, R.K., Palk, B.A., Raison, J.K. “Protein bodies and protein synthesis in developing wheat endosperm.” *Nature*. **196**, 967—969 (1962).
- 4) 藤森信四郎. “高位泥炭地に於ける客土の効果”. 北農 **7** (12), 16—18 (1940).
- 5) ————. “高位泥炭地開墾上の注意”. 北農 **14** (1), 8—15 (1947).
- 6) ————, 藤村利夫, 吉岡真一. “泥炭地水田の水稻生育に関する研究, (第1報), 水稻の養分吸収と根の生長との関係”. 北農試験報, **76**, 52—59 (1961).
- 7) ————, 中村啓三. “高位泥炭地における地力回復の効果”. 北農. **18** (10), 1—6 (1951).
- 8) 北海道農業試験場農芸化学部泥炭地研究室. “泥炭地水田における客土について”. 昭和35年度試験成績会議資料, 8—13 (1960).
- 9) 北海道農業試験場農芸化学部泥炭地研究室, 土壌肥料第2研究室, 農業物理部機械化第1研究室. “大型機械化に伴う水田土壌基盤整備の総合的研究. 泥炭地水田における大型機械の走行性と土壌物理性”. 昭和40・41年度成績書, 1—56, 1—62 (1965, 1966).
- 10) 星川清親. “米の胚乳発達に関する組織形態学的研究, 第2報, 蛋白質顆粒の形態とその発達について”. 日作記 **39**, 295—300 (1970).
- 11) 稲津 脩, 渡辺公吉, 今野一男. “北海道米の品質解析とその改善技術に関する研究, 第4報, アミロースの実用分析法”. 第10回北農研究発表会 (1972).
- 12) 市村三郎. “泥炭地の排水法” 北農. **1** (12), 10—12 (1934).
- 13) 石塚喜明, 田中 明. “泥炭地稲作の土壌肥料学的研究. 生育相並びに養分吸収に及ぼす影響について”. 北農試験報. **69**, 86—102 (1956).
- 14) Juliano, B.O. “米の理化学的性質についての総括

- 的研究”。食糧, 14, 108—123 (1971).
- 15) 倉沢丈夫, 早川利郎, 伊賀上郁夫, 金内喜昭, 工藤昌利。“新潟産米水稻梗米の食味(特に粘り)に関する研究, 米飯の炊飯特性と米でん粉のよう素呈色値”。新潟大学新潟農林研究, 19, 141—156 (1967).
- 16) ———, 高橋善策, 伊賀上郁夫, 早川利郎。“米の胚乳でん粉粒の電子顕微鏡による観察”。新潟大学農学部新潟農林研究, 18, 166—173 (1966).
- 17) 松実成忠。“泥炭地の熟圃化に関する研究, (第1報) 開墾に伴う二・三の理化学性的変化”。北農試彙報, 69, 1—7 (1956).
- 18) ———, “——— (第2報) 未開墾高位泥炭土壌の腐植の形態”。北農試彙報, 69, 8—13 (1956).
- 19) ———, 庄子貞雄, 吉田加代子。“泥炭土壌の化学的特性に関する研究, 第1報, 泥炭土壌の有機化学的組成について”。北農試彙報, 75, 43—52 (1960).
- 20) Mitsuda, H., Yasumoto, K., Murakami, K., Kusano, T., Kishida, H., “Studies on the proteinaceous sudcellular particle in rice endosperm”. Electron-Microscopy and Isolation, Agr. Biol. Chem. 31, 293—300 (1967).
- 21) 宮松一夫, 寺島利夫。“米の品質におよぼす土壌ならびに施肥の影響, (第1報), 土壌条件の影響”。福井農試報告, 6, 1—10 (1969).
- 22) ———, ———, “——— (第2報) 施肥量と施肥改善の影響”。福井農試報告, 7, 1—13 (1970).
- 23) 南 松雄, 土居晃郎。“北海道産米の品質に関する物理化学的研究, (第1報) 米の食味特性値と栽培環境要因との関係”。道農試集報, 24, 43—55 (1971).
- 24) ———, ———, “——— (第2報) 米の食味特性と蛋白質含有率との関係”。道農試集報, 26, 49—58 (1971).
- 25) 佐々木忠雄, 江部康成, 稻津 脩, 長内俊一。“テクスチュロメーター利用のための炊飯方法の検討～水稻育種試験における～”。日育。日作北海道談話会会報, 15, 28 (1975).
- 26) 瀬戸良一, 岡部 勇。“北海道産米の品質に関する研究, (第2報) 土壌条件, 肥料条件が異なる米の理化学性について”。北農, 30 (1), 5—8 (1963).
- 27) 庄子貞雄, 松実成忠。“泥炭土壌の化学的特性に関する研究, (第2報) 泥炭土壌の非生物学的アンモニア固定及び固定アンモニアの性質について”。北農試彙報, 76, 37—41 (1961).
- 28) ———, ———。“泥炭土壌の化学的特性に関する研究, (第3報) 構成植物及び分解度より見た泥炭土壌の一般化学性, アンモニア化成及び腐植の形態の特徴について”。北農試彙報, 77, 1—10 (1962).
- 29) 平 宏和, 平 春枝。“北海道産水稻うるち玄米の蛋白質含量”。日作紀, 41, 44—50 (1972).
- 30) ———, ———。“——— (続)”食総研報告, 28, 19—32 (1973).
- 31) 渡辺公吉, 稻津 脩, 今野一男。“泥炭地高収水田における水稻の生育相対比よりみた中期生育の意義”。北農, 37 (6), 22—32 (1970).
- 32) 山下 昭, 間野康男。“北海道産米に関する研究, (第4報) 水溶性糖および遊離アミノ酸について”帯広大谷短大紀要, 6, 13—17 (1969).
- 33) 山下鏡一, 藤本堯夫。“肥料と米の品質に関する研究, 1. 肥料が米のデンプンの理化学的性質に及ぼす影響”。東北農試研究報告, 48, 55—63 (1974).
- 34) ———, ———。“——— 2. 窒素肥料が米の食味, 炊飯特性, デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響”。東北農試研究報告, 48, 65—79 (1974).
- 35) ———, ———。“——— 3. リン酸と加里が米の食味, 炊飯特性, デンプンの理化学的性質等に及ぼす影響”。東北農試研究報告, 48, 81—90 (1974).
- 36) ———, ———。“——— 4. 窒素肥料による精米のタンパク質の変化と食味との関係”。東北農試研究報告, 48, 91—96 (1974).

The Effect of Soil Dressing on Grain Quality of Rice Grown on Peaty Paddies in the Central Hokkaido

Osamu INATSU*, Kohkichi WATANABE*, Kazuo KON-NO*
and Takehiko MORI**

Summary

This study was aimed to analyze undesirable characteristics of rice produced in peaty paddies in the central Hokkaido and to confirm how much effect was achieved on the improvement of quality of such rice by soil dressing, which constitutes one of the fundamental practices to improve peaty land. The quality was evaluated on the basis of the grade of rice grains, characteristics of cooked rice, amylogram and texturogram.

Obtained results are summarized as follows :

1. It has been found that the quality of rice grown in peaty soils is inferior to rice grown in other soils, the order of soils from superior to inferior in the quality of rice they produce being volcanic-ash soils, deluvial clayey soils, alluvial clayey soils, and deluvial loamy soils.
2. A large number of local test have disclosed that the rice quality is considerably improved by dressing clayey soils on peaty paddies.
3. It has been found from a culture test in our experimental field that the rice quality is markedly improved as a result of increasing the amount of soil dressed on a peaty paddy, whereby it has been estimated that the amount of 1,200 m³/ha or above brings about an effect of making the quality of rice grown in a peaty paddy equal to the quality of rice grown in a common clayey paddy.
4. Such a high-quality rice variety as "Horyu" has been found very effective to prevent the quality of rice grown on peaty paddies from degrading.
5. It has been supposed that the major factor which makes the rice quality inferior is due to the protein substances in rice grains which given characteristics of gelatinization thereof.

* Rice Crop Division, Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Iwamizawa, Hokkaido, 069-03 Japan

** Hokkaido Prefecture Farmland Exploitation Division, Sapporo, Hokkaido, 060 Japan. (Present, Hokkaido Prefecture Abasiri Branch, Abasiri, Hokkaido, 093 Japan.)