

泥炭地水田産米の食味の特徴と客土による改善

柳原 哲司*

Improvement of the Eating Quality of Rice Produced in Peaty Paddy Field by Soil Dressing

Tetsuji YANAGIHARA*

* Kamikawa Agricultural Experiment Station, Pippu-cho,
Kamikawa-gun, Hokkaido 078-0397

1. はじめに

古くから泥炭地水田で生産される米（泥炭地水田産米）の食味は他の土壌型産米に比較して劣るとする研究報告は多い。府県においては、宮松・寺島（1969）や茶村ら（1972）が、土壌条件の違いが米の食味に影響することを指摘しており、火山灰土壌および泥炭土壌で生産された米は粘りが少なく味が劣ると報告している。一方、北海道においては本格的な調査が1971年に南・土居（1971）によって始められ、乾田タイプの黄褐色土壌および礫質土壌は、湿田タイプの泥炭質土壌およびグライ土壌よりも米飯の食味特性が良いとした。さらに、稲津（1988）は同一栽培環境条件下で、土壌型と産米の食味特性を厳密に比較するための枠試験を実施し、アミログラム特性値および米飯テクスチャーからみた食味特性は、泥炭土壌栽培米が最も劣る事を示した。府県に比較して泥炭地の比率が高い北海道においては、泥炭地水田産米の食味不良要因の解明とその改善技術の開発は極めて重要である。

本稿では、これまでに北海道で実施されてきた土壌型と産米の食味に関する実態調査と泥炭地水田産米の食味向上を目指した客土に関する試験結果について解説する。

2. 土壌型と米の食味に関する研究経緯

南・土居（1971）は、上川中央部に分布する異なる4種類の土壌（乾田タイプ；黄褐色土壌、礫質土壌、湿田タイプ；泥炭質土壌、グライ土壌）で生産された米の食味を比較した結果、湿田タイプの泥炭質土壌およびグライ土壌で生産された米は、特に米飯の粘弾性および熱糊化性が劣る事を示した。

南・土居（1973）はその要因として、泥炭地水田産米およびグライ土壌産米は特に玄米中のタンパク質含有率が高い事を指摘した。

稲津（1988）は土壌型と産米の食味の関係を、地域や気象が統一された条件下で比較する必要があると考え、同一圃場内にさまざまな土壌を持ち込んだ枠試験圃場を設置した。この試験の結果、供試した土壌間の食味特性は良い方から火山灰土>洪積、沖積埴土 \geq 沖積壤土>泥炭土の順となった。さらに米粒中の成分含有率を測定したところ、食味特性と有意な相関があった成分は窒素（N）のみであったことから、土壌間の食味特性の違いは水稲によるN吸収が深くかかわっていることを示唆した。その上で、泥炭土は生育初期から後期までN供給量が他の土壌型より多く、葉身N濃度や米粒中のN含有率（＝タンパク質含有率）が高い、いわゆる秋まさり的な稲となることを指摘し、これが泥炭地水田産米の食味が劣る大きな要因となっている可能性が高いと推測している。

これら土壌型による米食味の格差が北海道内で普遍的に存在するものかどうかを検証するために、1984～89年にかけて空知管内25市町村、延べ1,306筆の水田産米について大規模な食味調査を実施した。その結果、従来の知見のとおり泥炭地水田産米は他の土壌型に比較してタンパク質含有率が高く、それにともない熱糊化性や米飯テクスチャーなどの食味特性が劣る傾向が示され、北海道米全体の食味の高位平準化には泥炭地水田産米の食味改善が不可欠であることが明らかとなった。

この調査が契機となり1990年からは、JA北海道中央会（1990～1998年）および北海道米麦改良協会（1999～2005年現在）が事業主体となり、北海道内での米の食味

*北海道立上川農業試験場 〒078-0397 上川郡比布町南1線5号

キーワード：米食味、N供給能、客土効果、土壌物理性

表-1 供試土壌の化学性、土性および3相分布

土壌	pH		T-C	T-N	可給態 ケイ酸 g kg ⁻¹	交換性塩基 mg kg ⁻¹			CEC cmol kg ⁻¹	粒径組成 (%) [*]				土性 [*]	粘土 (%) ^{**}	土性 ^{**}	容積重 g cm ⁻³	3相分布 (%)			真比重
	H ₂ O	KCl				CaO	MgO	K ₂ O		粗砂	細砂	シルト	粘土					固相	液相	気相	
原土壌	5.4	4.5	63	4.8	38	463	81	14	31.9	7.0	3.5	29.1	60.4	HC	87.4	埴土	1.34	40.2	44.1	15.7	0.54
砂質客土材	5.5	3.7	tr.	tr.	334	204	91	12	14.9	62.8	14.0	13.5	9.7	SL	16.2	砂壤土	1.71	66.1	27.9	6.0	1.13
粘土質客土材	5.4	4.0	tr.	tr.	292	310	151	12	20.4	18.7	27.3	26.8	27.1	LiC	45.5	埴壤土	1.75	67.4	28.2	4.4	1.18

*: 国際法, **: 農学会法

変動要因解析と良食味栽培マニュアルの作成を目的とした全道水田産米の食味モニタリング (10 ha~25 ha に1定点を設置し, アミロースおよびタンパク質含有率を毎年測定) 事業が開始された。この事業で得られたデータは一般に公表されていなかったが, 1999~2002年に同事業の一環として道立農試と共同で実施された研究報告 (五十嵐ら, 2005) で活用され, この中では近年の北海道米のタンパク質含有率に影響を及ぼす要因の詳細な解析がなされている。五十嵐ら (2005) は, 北海道米全体の食味変動に関与するさまざまな要因 (土壌, 苗種類, 品種, 稲わら処理, 排水不良否, 施肥法) の影響度を比較した結果, 全ての要因の中で最も影響が大きい要因は土壌区分であることを示し, 特に泥炭土は他の土壌型に比較して最もタンパク質含有率が高い (0.1% 水準で有意) ことを明らかにした。

近年の北海道米は, 泥炭地水田産米の食味不良が指摘されはじめた 1980 年当時に比べ, 「きらら 397」, 「ほしのゆめ」, 「ななつぼし」などの良食味品種開発も進み, 府県の良食味米と肩を並べる評価を得るまでになった。しかしこの報告は, 泥炭地水田の影響を強く受けた食味の産地間差は, 依然として解消されていない実態を浮きぼりにした。

米をめぐる厳しい情勢の中で, 一層の食味向上と産地内での高位平準化が求められる北海道にとって, 泥炭地水田産米の食味を向上させる技術普及の必要性は高い。

本稿では, 食味向上を目的とした客土に関する研究成果について解説するとともに, 新たに良食味米生産を目的とした客土を施工する場合の施工基準 (要否判定・客土材の選定・量の算定, 効果の持続性の検討) の提案を試みた。

3. 客土による泥炭地水田産米の食味向上技術

3.1 試験概要

従来より泥炭地水田に対する客土は漏水防止, 地耐力の向上などを主な目的として, 土地改良事業の中で繰り返し実施されており, 地耐力向上および漏水防止などの土壌物理性改善効果やそれに伴う増収効果についてはすでに多くの成績 (北海道農業試験場, 1969) があつた。

しかし, 稲津ら (1978) は新たな視点から客土と米の食味について検討を加え, その向上効果を検証したところ, 客土深 120 mm 以上の客土により産米の食味が大幅に向上することを見だし, 客土が泥炭地水田産米の食味向上技術としても大きな可能性を秘めていることをはじめて明らかにした。柳原ら (1992) はこの知見を基礎として, 泥炭地水田に対する客土を新たな米の食味向上技術として捉え直し, この技術の確立と詳細な解析を行うための水稲栽培試験および現地調査を実施した。

水稲栽培試験は 1987~90 年まで岩見沢市上幌向の中央農業試験場稲作部の泥炭地水田で実施した。当該水田圃場はこれまでに客土来歴がなく, 河川の氾濫による無機堆積物と下層低位泥炭の混合層が作土層となっている無機質表層低位泥炭土であり (富岡ら, 1976), 当該地域では一般的な泥炭地水田である。

客土材は美唄市峰延の洪積台地より採取した土性 SL および LiC に区分される 2 種類の材を用いた。1987 年 2 月にそれぞれ供試水田に客土し, 翌春に均平・区画作業を行い処理区を設定した。

本試験に用いた客土材および原土壌の一般理化学性を表 1 に示した。原土壌は有機物に富み, N 供給力の高い土壌である。一方, 客土材にはほとんど有機物が含まれておらず, N, P 供給力が乏しい反面可給態ケイ酸含量が極めて高い土壌である。原土壌の土性は HC であるのに対して, 客土材は SL と LiC である。現行客土事業実施基準には, 客土材の土性に関して, 農学会法粘土 32.5% 以上という規定があり, LiC 客土材はこの基準に当てはまるが, SL 客土材はこの基準には当てはまらない材である。本試験では, このような客土材の土壌物理性 (土性) の違いが米の食味に及ぼす影響についても検討した。

圃場試験は, 客土深 3 水準 (100, 200, 300 mm) × 土性 2 水準 (SL, LiC) とし, 各区 500 m², 無客土対照区を含め合計 3,500 m² の規模で実施した。また各処理区内には 5 段階の N 用量試験 (4, 8, 12, 16, 20 g-N m⁻²) を設け, 水稲生育, 収量調査を実施し, 産米の食味について分析した (図 1)。また, 新篠津村 (1986 年), 北村 (1987 年), および美唄市 (1989 年) において, 客土泥炭地水田

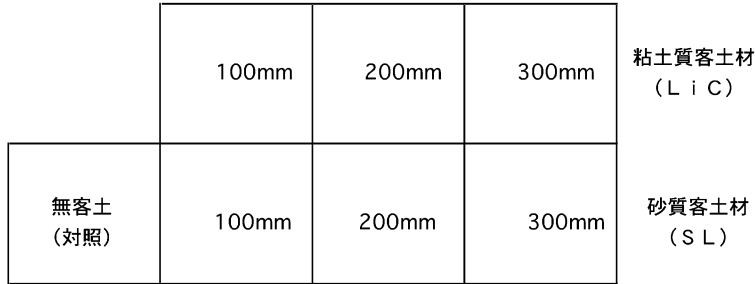


図-1 客土試験処理区の概要

*各試験区にN4, 8, 12, 16, 20 g m⁻²の用量区を配置

*1試験区の面積は500 m²とし、1試験区2反復とした

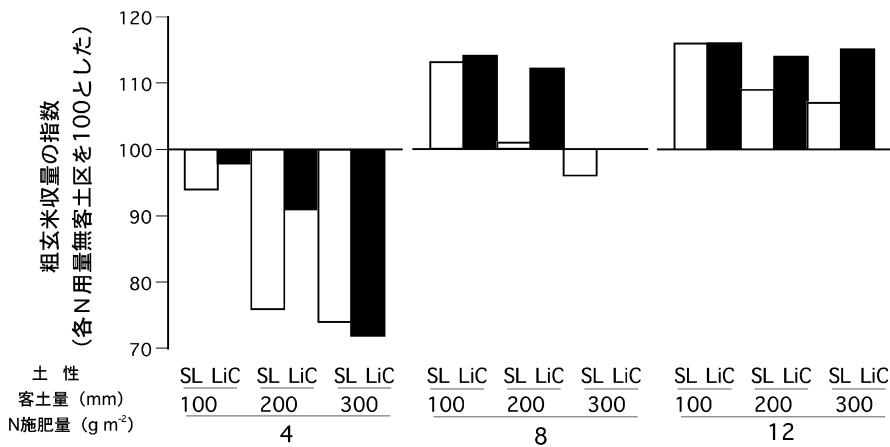


図-2 処理間での粗玄米収量の比較

の土壌および食味調査を実施した。

3.2 客土による収量および食味の向上効果

N用量N8および12 g m⁻²では、客土による増収の程度は客土深100 mm > 200 mm > 300 mm、また、SL客土よりLiC客土で高い傾向にあった。客土の増収効果は既往成果(北海道農業試験場, 1969)と同様であるが、200 mmおよび300 mmという大量の客土量でも、また、SL土性の客土材によっても増収効果が得られることが確認された(図2)。

客土による食味の向上効果を食味官能試験により検証した。客土区では炊飯米外観(白さおよびつや)、なめらかさ、やわらかさ、粘りとも評価値が高まった結果、総合的なおいしさに関しても大きく向上した(図3)。向上程度は客土量が多いほど高かった。一般的に品種選抜のための官能試験では、評価値0.5点の差を1ランクとしているが、それに当てはめると客土量100 mm毎にほぼ1ランクずつ食味が向上する結果となった。稲津ら(1978)

の研究では、客土により食味特性値(分析値)が向上することまでは報告されていたが、本試験ではじめて客土による官能評価の向上が確認された。

食味向上の要因を明らかにするため、米の食味を決定する2大成分であるアミロース含有率およびタンパク質含有率について検討した。アミロース含有率は客土の有無およびN用量の違いによっても明確な差は認められなかったが、タンパク質含有率は客土により顕著に低下した(図4)。稲津(1988)の結果では120 mmの埴質客土により約7 g kg⁻¹(無客土対比)タンパク質含有率が低下することが示されているが、さらにこれまで未検討であった、120 mm以上の客土量の場合でも300 mmまでは客土量に応じて、最大28 g kg⁻¹もタンパク質含有率が低下することが明らかとなった。また、客土材の土性についてはLiCよりSLの方がタンパク質含有率の低下程度は大きかった。

以上客土による産米の食味向上効果は、アミロース含

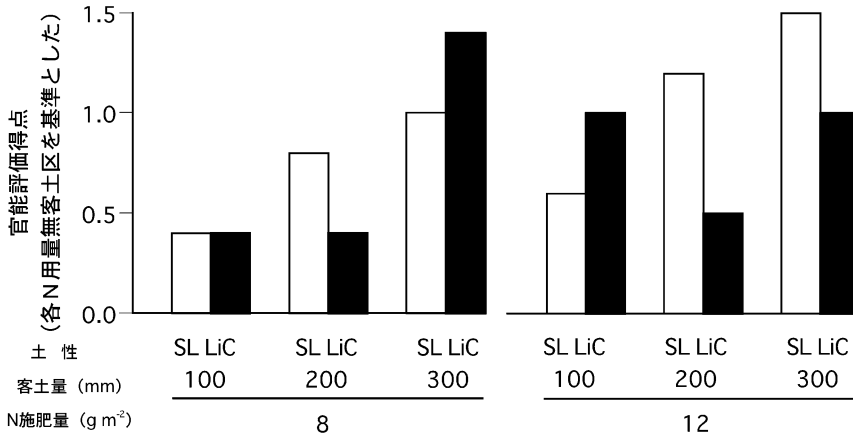


図-3 食味官能試験 (炊飯米おいしさ) の処理間比較

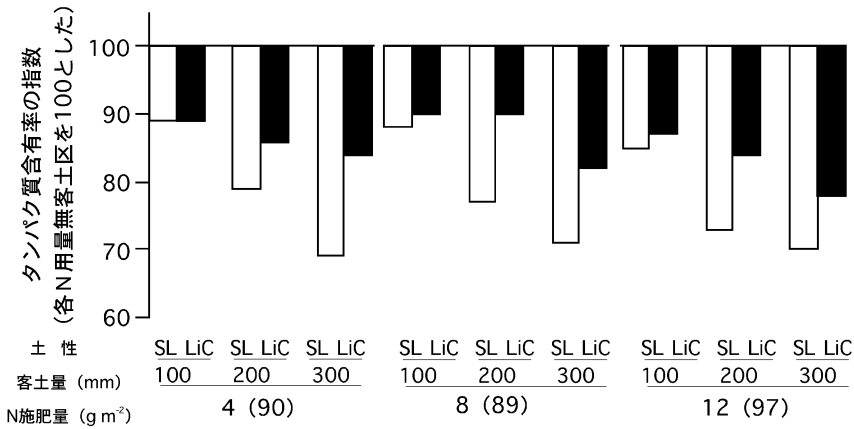


図-4 処理間でのタンパク質含有率の比較
() 内は無客土区のタンパク質含有率 (g kg⁻¹)

有率には関係せずタンパク質含有率の低下が主要因であることが明らかとなった。

3.3 タンパク質含有率低下の要因解析

稲津ら (1986) は、さまざまな栽培環境によるタンパク質含有率の変動を統一的に説明する指標として、吸収Nの玄米生産効率 (粗玄米収量/成熟期N吸収量) を用いた。すなわち、数多くの現地圃場調査からタンパク質含有率とN玄米生産効率には密接な関係があり、N玄米生産効率が高い圃場ではタンパク質含有率が低いことを明らかにした。

そこで、本試験のデータについてもタンパク質含有率とN玄米生産効率の関係を検討したところ、客土区では無客土区に比較してN玄米生産効率が向上しており、このことによりタンパク質含有率の低下がもたらされた

ものと考えられた。(図5)。

さらにN玄米生産効率を求める式を変形しN乾物生産効率と収穫指数 (以下 HI) の2つの要素に分解して解析したところ、客土区のHIは無客土区よりむしろ低下していることから、N玄米生産効率の向上はN乾物生産効率が高まる結果であることが明らかとなった。客土区では同一N吸収量レベルで比較しても明らかにN乾物生産効率が高く推移し、12g m⁻²程度のN吸収量では約20もの差が認められた (図6)。

客土によりN乾物生産効率が向上した背景には無機成分の吸収バランスの変化が大きく関与しているものと推測された。図7には各生育期間に吸収したN量を全吸収量に対する割合で示した。客土区は無客土区に比較して栄養成長期間 (移植~幼形期) に吸収するNの割合

が高く、最終的なN吸収量も低下していた。これは客土により作土中の有機物含量が低下し、生育後半での土壌からのN放出量が減少したこと、下層泥炭からのN供給が客土層により遮断されたためと考えられた。

N乾物生産効率向上に寄与したもう一つの要因は客土によるケイ酸吸収の増大にあると考えられた。図8は無客土区に対する客土区のケイ酸吸収量比である。客土区のケイ酸吸収量は無客土区の3倍以上に達した。このように多量のケイ酸が客土材から供給される要因については、客土材に含まれるケイ酸の特異性による影響が大きいと考えられるが、詳しくは柳原らの報告(1991)を参照されたい。

ところで、水稻の乾物生産に対するケイ酸の生理的意義についてはこれまで多くの報告がある。奥田ら(1961a)、吉田(1965)は、ケイ酸の欠乏により葉身は下垂し、ケイ酸の添加により葉身が直立する現象を観察している。この要因としてケイ素の蓄積による物理的な硬さの

増加とともに、葉身クチクラ層へのケイ酸の蓄積により蒸散が抑制されることをあげている。また、高橋ら(1966, 1987)は、ケイ酸吸収量の増加により、株当たりのCO₂同化量が増加することを示し、その要因としてケイ酸蓄積によるクチクラ蒸散の減少は、高日照条件下の気孔開度を高く保つ上で有利であり、光合成に必要な二酸化炭素の取り込みが阻害されにくいためとしている。安藤ら(2000)はケイ酸新資材の施用により、基肥N利用率が無処理区に比べて4%高まることを示しており、その要因の一つとして処理区における根の酵素活性の高まりを指摘している。本試験でも客土区では葉身中に多量の植物ケイ酸体(プラントオパール)の蓄積が認められ、葉身の下垂程度や群落構造に大きな改善効果が認められたことから、ケイ酸吸収量の大幅な増加が乾物生産

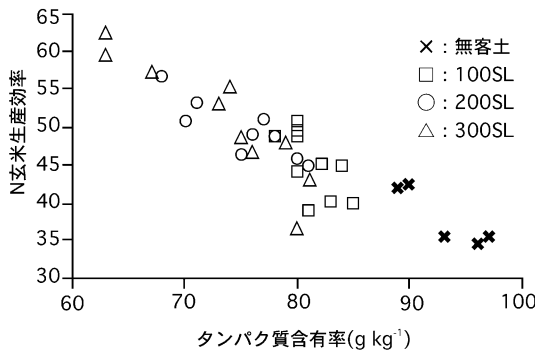


図-5 タンパク質含有率とN玄米生産効率の関係

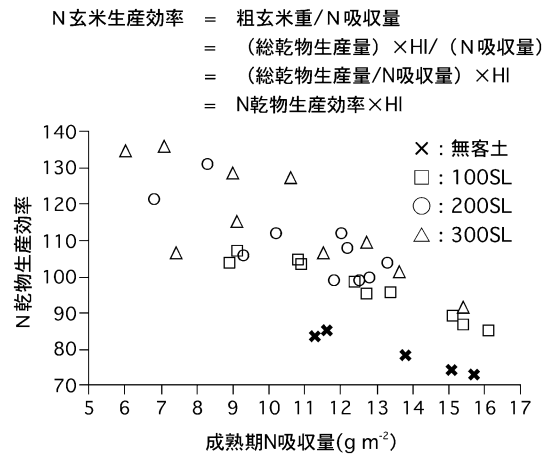


図-6 成熟期N吸収量とN乾物生産効率の関係

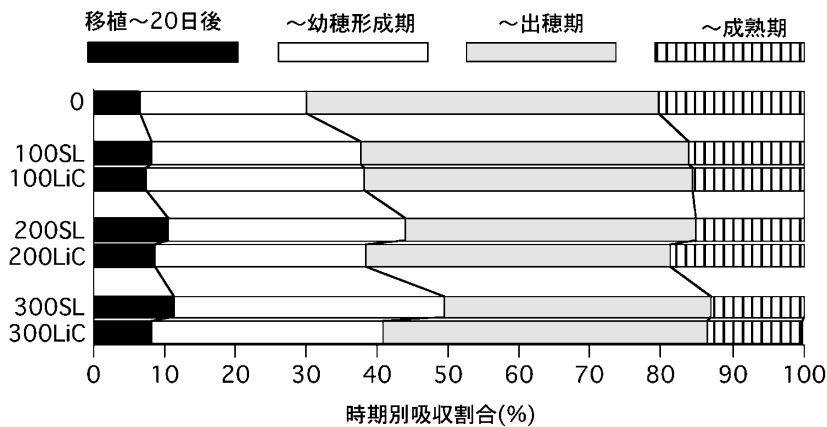


図-7 時期別N吸収割合の処理間比較

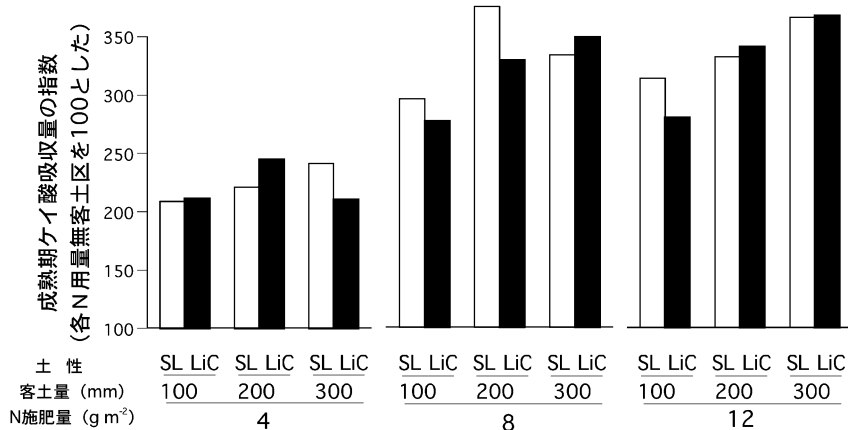


図-8 処理間での成熟期ケイ酸吸収量の比較

効率の向上に大きく寄与したものと考えられた (柳原, 2002)。

N供給力が過剰で、特に生育後半の土壌Nの無機化が旺盛であることと、可給態ケイ酸含量が低いことは、泥炭地水田の最も重要な生育不良要因と考えられている (稲津, 1988)。客土によりこれらの欠点と同時に改良されることにより水稻の生育相は改善され、それによりN乾物生産効率が向上しタンパク質含有率の低下がもたらされたものと結論づけられた (柳原, 2002)。

4. 食味向上を目的とした客土の施工基準の提案

4.1 客土要否判定基準の策定

客土による食味の向上効果を現地水田圃場に適用し、新たな施工基準を策定するために、まず泥炭地水田産米の食味改善目標を設定する必要があった。1984年～1989年に実施した全道食味調査 (延べ1,306点) では、泥炭地水田産米のタンパク質含有率は平均 82 g kg^{-1} に対して他の土壌タイプの平均は 77 g kg^{-1} であったことから、タンパク質含有率を 80 g kg^{-1} 以下に下げること目標として基準の設定をおこなった。

既往の客土量と産米の食味との関係を知るため現地実態調査から両者の関係を検討したが、客土層の厚さとタンパク質含有率の間にはほとんど相関が認められなかった。これは、客土の食味に対する効果は、主に土壌化学性の改良を通じて発現するため、同一の既往客土量であっても客土材や客土後経過年数の違いにより、その評価が異なるためと考えられた。そこで、前述のN乾物生産効率を客土効果の統一的な指標とすることを検討し、タンパク質含有率 80 g kg^{-1} に当たるN乾物生産効率を求めるとほぼ98～108に当たると判断された (図9)。そ

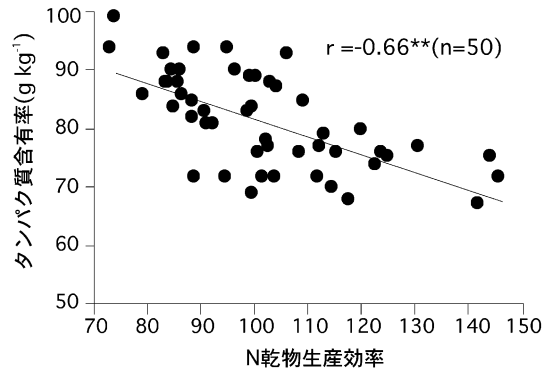


図-9 N乾物生産効率とタンパク質含有率の関係

のため、この範囲を客土考慮水準として、これ以下の水田に対して客土“要”に、以上の水田に“不要”の判定になるように基準を作成することが妥当と考えられた。

N乾物生産効率は水稻によるNおよびケイ酸吸収と密接に関係することから、これらの土壌中可給態量を用いた土壌診断により既往客土の評価と客土の要否判定を行うことを検討し、現地調査で得られた相関関係から、N乾物生産効率98～108に相当する可給態N含量および可給態ケイ酸含量を導き、客土の要否判定基準を作成した (表2)。なお括弧内の数字は実態調査での各区分に属する水田でのN乾物生産効率の実数である。また、表2-1に低 (L)、中 (M)、高 (H) 水準にそれぞれ対応する、前記の回帰式から求めた各指標値の値を示した。

4.2 客土材の選定と客土量の算出

客土材の選定基準を策定するため客土材の違いと客土効果 (N乾物生産効率) の関係について検討したところ、

表-2 可給態Nおよびケイ酸含量を用いた客土の
要否判定**

可給態ケイ酸*		L	M	H
可給態N*		~80	81~130	131~
L	~100	考慮 (-)	考慮 (108)	不要 (122)
M	101~150	要 (91)	要 (96)	考慮 (101)
H	151~	要 (90)	要 (96)	考慮 (-)

*(mg kg⁻¹)

**：北海道立中央農業試験場（1991）

客土材の選定に当たっても可給態ケイ酸含量が化学性の指標となると考えられることから（図10）、可給態ケイ酸が高い土を客土材として選定する必要がある。

客土材の実態を知るため美瑛市峰延，当別町ピトエの土取り場断面から深さ別に土壌を採取し，交換性塩基と可給態ケイ酸含量の層内分布を調査したところ，客土材中には一般的に可給態ケイ酸が多く，土取り場土層内に集積していることが明らかとなった（柳原，1991）。そのため，いわゆる“山土”客土の土取り場であれば，可給態ケイ酸の基準は満たされると考えられた。

食味向上を目的とした客土において客土材の物理性に関して懸念される点は，砂含量が非常に高い客土材を客土した場合，代掻き後の土壌硬度が高くなり，移植作業に支障をきたす恐れがあることである。そこで，砂含量と代かき土壌硬度の関係について中村・村瀬（1985）の方法に準じて検討した結果，粗砂含量が73%以下であれば移植作業に支障はなく，この値を上限値として基準を定める事が妥当と考えられた（図11）。

客土量は客土材と原土壌の組み合わせにより，作土層（150mm）の可給態ケイ酸含量が130mg kg⁻¹以上になるように決定することが合理的であると考えられた。その算出は表2の式により行う。この式によれば客土量の上限はない。しかし，大量の客土（200mm以上）を一度に搬入した場合，不等沈下や春先の均平化が困難になるなどの，圃場施工上の問題点が大きい。また，農作業のための機械走行や前述の収量と食味に関するデータを考慮して，一度に行う客土量の上限は100mmとすることとした。

以上の提案基準をまとめて表3（北海道立中央農業試験場，1991）に示した。

4.3 客土効果の持続性

客土効果の持続年数の目安を知るために，最後の客土を行ってからの経過年数と，それに伴う玄米収量・N乾

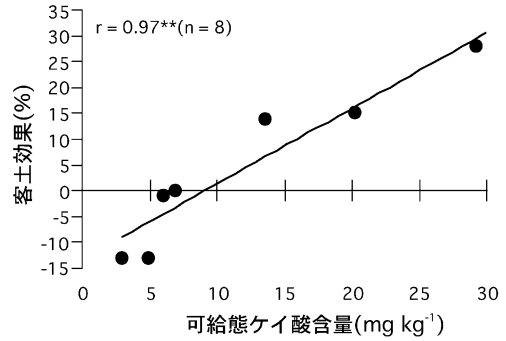


図-10 客土材の可給態ケイ酸含量と客土効果の関係

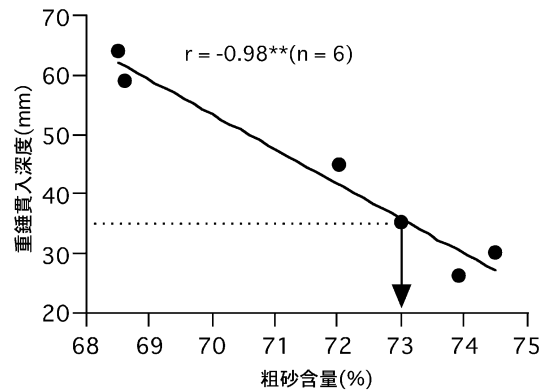


図-11 土壤中粗砂含量と重錘貫入深度の関係

物生産効率およびタンパク質含有率の変化について検討した。調査は1987年北村，1989年美瑛市で実施し，アンケートにより最後の客土実施年が明らかになった農家40地点を対象にした。農家は客土後の経過年数により以下のように大きく4つにクラス分けした。Ⅰ：客土後0~5年まで（12点），Ⅱ：6~10年（12点），Ⅲ：11~15年（9点），Ⅳ：16年以上（7点）。図12に各クラス毎の粗玄米重，N乾物生産効率，タンパク質含有率をクラスⅠを100とした指数で年数経過に伴う変化を示した。

粗玄米重および総量は，11~15年後まではやや増加傾向で推移するが，16年以上経過した水田では低下した。また，N乾物生産効率は年数経過にともない低下し，タンパク質含有率は6~10年で80g kg⁻¹を越えた。しかし，過剰なN吸収量を施肥の調整で減少させればタンパク質含有率はこの年数では80g kg⁻¹以下にすることは容易であると考えられる。この調査での例のように客土後の年数経過に伴い収量および食味に対する客土の効果は次第に薄れていくが，客土前原土壌の条件，客土

表-3 客土材の適否基準および客土量の算出*

地質	化学性	物理性
洪積台地および丘陵に分布する 山土であることを原則とする	①有機物を含まないことが望ましい ②可給態ケイ酸含量 250 mg kg ⁻¹ 以上	粗砂含量 73% 以下 (粘土含量は問わず)

$$\text{客土量 (mm)} \geq (19500 - 15B) / (A - B)$$

ただし、A: 客土材の可給態ケイ酸含量 (mg kg⁻¹)

B: 原土の “ ”

*北海道立中央農業試験場 (1991)

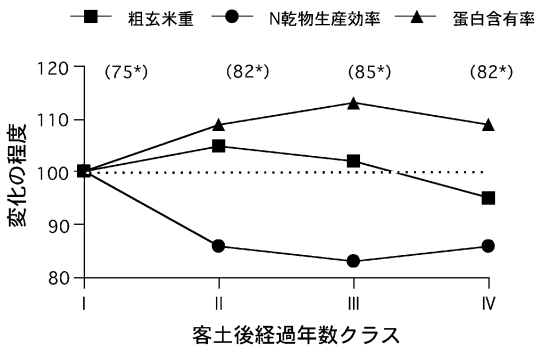


図-12 客土後の経過年数と収量，乾物生産効率およびタンパク質含有率の推移

*: 括弧内数値は各クラスのタンパク質含有率 g kg⁻¹

材・量の違いなどによりその持続年数は異なると考えられるため，客土施工後10年程度を目安として再び土壌診断による客土の要否判定を行うことが必要である。

5. 今後の課題

北海道米の食味の高位平準化には，泥炭地水田産米の食味向上が極めて重要であり(五十嵐ら，2005)，客土は泥炭地水田産米の食味向上，特に低タンパク米の生産に対して極めて効果的な土壌改良技術であることは既に述べたとおりである。しかし，米価の低迷などにより農家経営が困窮している状況では大きな経費負担は望めないことから，今後は少ない客土量でより大きな食味向上効果が得られるような新たな低コスト客土技術の開発が期待される。

また，客土による食味向上効果は，客土材からのケイ酸供給の増大による要因が大きいことから，水稻に対する可給度の高いケイ酸質資材が開発できれば，大量の客土によらなくとも客土と同様の食味向上効果が期待できる。

以上のように客土により得られる泥炭地水田産米の食味向上効果は極めて大きい，これを現実的な技術とし

て普及に移すためには，現状の客土施工方法やケイ酸資材をもう一度見直し，より低コストで効率的な技術開発が必要である。このためには，客土による根圏の土壌物理性および化学性的変化と水稻の栄養生理の関わりについてさらに継続的に研究を進め，より本質的な要因を明らかにすることが重要な課題と考えられる。

引用文献

- 安藤 豊・小松宝栄・加藤雅也・角田憲一 (2000): ケイ酸施用が施肥窒素吸収に与える影響. 日本作物学会東北支部会報, **43**: 71-72.
- 五十嵐俊成・安積大治・竹田一美・島田 悟 (2005): 北海道米のタンパク質含有率に及ぼす栽培条件の影響. 北農, **72-1**: 16-25.
- 稲津 脩 (1988): 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農業試験場報告, **66**: 1-89.
- 稲津 脩・渡辺公吉・今野一男・森 毅彦 (1978): 泥炭地水田に対する客土の米質向上効果. 北海道農試集報, **39**: 1-11.
- 稲津 脩・宮森康雄・柳原哲司・関口久雄 (1986): 土壌類型別調査よりみた食味特性支配要因の解析. 日土肥誌要旨集.
- 奥田 東・高橋英一 (1961a): 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について (第2報). ケイ酸欠除の時期が水稻の生育ならびに養分吸収におよぼす影響, 土肥誌, **32**: 481-488.
- 高橋英一 (1987): ケイ酸植物と石灰植物. p 78-79, 農山漁村文化協会.
- 高橋英一・新井清彦・樫田義彦 (1966): 水稻における¹⁴CO₂の同化と穂への転流に対するケイ酸の効果. 作物に対するケイ酸の栄養生理的役割について (第14報), 土肥誌, **37**: 594-598.
- 茶村修吾・本田康邦・飯田耕平・坪川藤夫 (1972): 米の食味と土壌型の関係, 第2報 米粒の物理化学的性質と食味の関係. 日作紀, **41**: 244-249.
- 富岡悦郎・音羽道三・渡辺公吉・稲津 脩・今野一男

- (1976)：泥炭地における精密土壌調査の一例，道立中央農試稲作部圃場の土壌. 北農，**43** (9)：17-29.
- 中村善彰・村瀬治比古 (1985)：新しい代かき土壌硬度試験法，農機誌，**47**：359-362.
- 南 松雄・土居晃郎 (1971)：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環境. 北海道立農試集報，**24**：43-55.
- 北海道農業試験場 (1969)：泥炭地の農業. pp. 166-178.
- 宮松一夫・寺島利夫 (1969)：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. 福井県農試報告，**6**：1-10.
- 北海道立中央農業試験場 (1991)：適正客土による泥炭地産米の職向上試験. 平成2年度北海道農業試験会議資料. p. 30.
- 南 松雄・土居晃郎 (1973)：北海道産米の品質に関する物理化学的研究 (第2報)，米の食味特性と蛋白質との関係. 北海道立農試集報，**26**：49-58.
- 柳原哲司 (1991)：泥炭地水田に対する客土の食味向上効果 (1)，客土在中ケイ酸の特異性とケイ酸供給源としての役割. 北海道立農試集報，**63**：61-699.
- 柳原哲司 (2002)：北海道米の食味向上と用途別品質の高度化に関する研究. 北海道立農業試験場報告，**101**：13-38.
- 吉田昌一 (1965)：水稻体内におけるケイ素の存在様式と生理的意義に関する研究. 農業技術研究所報告，**B15**：1-55.
- 柳原哲司・宮森康雄・藤倉潤治・稲津 脩・関口久雄・谷口健雄 (1992)：客土による泥炭地産米の食味向上. 北農，59-1：76-81.

要 旨

北海道に広く分布する泥炭地水田では，産米の蛋白質含有率が高く，それが食味不良の大きな要因となっている。この改善対策として客土の効果に着目し，米の食味に与える効果を解析するとともに，良食味米生産を目的とした客土の施行基準の策定を試みた。その結果，100～300 mm までの客土により産米のタンパク質含有率が大幅に低下し，食味官能評価値は客土深 100 mm 毎にほぼ 1 ランク上昇した。この要因は，客土による過剰な N 供給の抑制と豊富なケイ酸供給により，水稻の N 乾物生産効率が向上したことにある。客土材の可給態ケイ酸と原土壌の可給態 N 含量から客土の要否判定，客土材の適否基準を策定した。また，食味向上に関する客土効果の持続年数は 10 年程度と考えられた。

受稿年月日：2005 年 11 月 29 日

受理年月日：2006 年 4 月 5 日