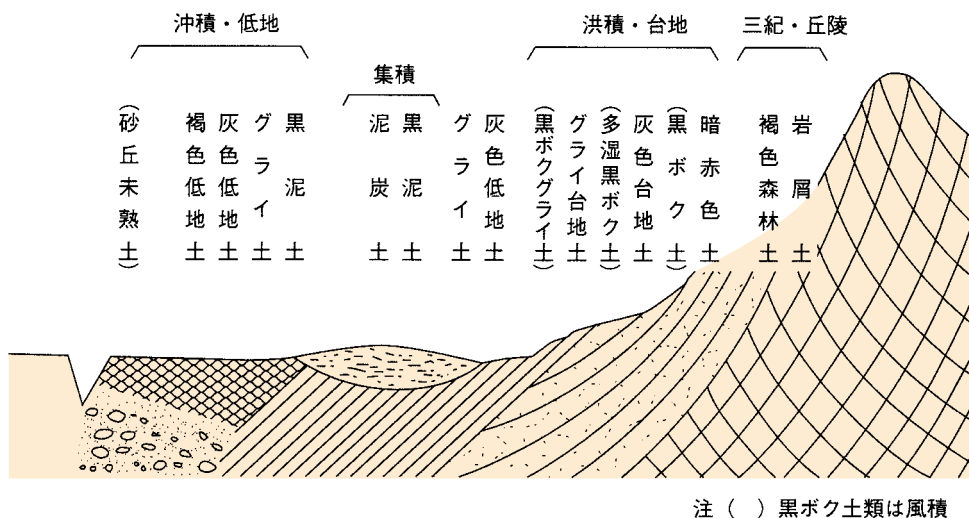


V 北海道の水田土壌の特徴

1 北海道に分布する水田土壌の種類と特徴

(1) 地形と土壌および分布

土壌条件を把握するには、まず地形と土壌の関係について理解する必要がある。図V-1には模式的に河川から山までの地形、地質と各土壌群の関係を示した。河川に近い平野部には低地土、グライ土、泥炭土などの低地の土壌が分布し、台地や丘陵地には台地土や黒ボク土などの台地の土壌、火山性土壌が分布している。



図V-1 地形、地質と土壌群模式図（新時代の土づくり施肥技術、P.10）

表V-1 水田土壌群の支庁別分布面積

(単位ha)

支庁	低地の土壌						台地の土壌			台地(火山性)の土壌			合 計
	砂丘未熟土	褐色低地土	灰色低地土	グライ土	黒泥土	泥炭土	褐色森林土	灰色台地土	グライ台地土	黒ボク土	多湿黒ボク土	黒ボクグライ土	
渡島		1,834	1,209	3,351		1,047				419	157	45	8,062
檜山		3,938	3,331	1,202		2,171	341			693	31		11,707
後志		4,060	2,745	1,224		1,039	1,531	78	136				10,813
石狩	84	1,654	1,913	9,027	1,529	12,995		196			1,249	568	29,215
空知		10,468	18,959	28,810		25,445	1,263	12,372	3,766	564	1,535	407	103,589
上川		15,285	17,356	14,554	276	8,386	3,768	8,724	2,185				70,534
留萌		5,143	3,050	2,676			257						11,126
胆振		1,199	4,676	1,905		16				452	1,815	1,826	11,889
日高		3,400	1,524	761		651				144	51	448	6,979
網走		1,985	3,547	1,582		1,091		101					8,306
十勝		60	1,175	236		939					1,389	759	4,558
合計	84	49,026	59,485	65,328	1,805	53,780	7,160	21,471	6,087	2,272	6,227	4,053	276,778

注) 1993年(平15) 地力保全基本調査より

北海道の田本地面積は1970年（昭45）に26.9万haに達したが、2009年（平21）には21.3万haまで減少し、水稻作付面積は11.4万haとなった。表V－1には、地力保全基本調査を基に1993年（平5）に集計された水田土壌面積27.7万haの土壌群別分布面積を示した。最も分布面積の多い土壌群は排水性の不良なグライ土で、空知、上川に多く分布している。次に多いのは灰色低地土、泥炭土、褐色低地土で、泥炭土は空知、石狩に、また灰色低地土、褐色低地土は上川、空知にそれぞれ多く分布している。さらに、台地の土壌は空知、上川に多く、火山性土（黒ボク土）は空知南部から胆振、日高にかけての太平洋側に比較的多く分布する。

(2) 土壌の特徴

水田土壌として主要な土壌群について、土壌の生成や分類などに関係する特徴を以下に示す。

1) 泥炭土

多湿な条件の下で集積した、やや腐植化した植物遺体よりなる堆積物（泥炭）を母材とした土壌で、乾物中有機物含量20%以上の泥炭層が、表層50cm以内に25cm以上ある土壌として定義される。なお、肉眼で植物の組織が認められない程度まで分解した泥炭を黒泥としている。

泥炭は、構成植物により低位・中間・高位泥炭に分けられる。土壌の特徴としては、凹地ないし平坦で標高も低く、付近から集水する位置にあるため排水不良である。有機物が多いことから、容積重が小さく乾燥によって収縮し、地耐力が小さい。さらに、窒素地力が高いが、その他の養分は少なく、強酸性である。

多くの場合、粘土など無機質土壌の客土が行われており、表層は後述の低地土と類似した特徴を示す。

2) 低地土

沖積世（およそ1万年前から現在に続く時代）の堆積物に由来する土壌で、沖積平野や扇状地に分布する。堆積の時期が比較的新しいため、土壌が膨軟であるなど一般に物理性が良く、また、地下水位が低い場合および砂質あるいは礫質である場合を除けば、干ばつのおそれが少なく養分に富んでいる。農耕地土壌として最良であるが、排水状態の良否が土地利用に大きな影響を与える。排水の良否を反映する下層の土色により分類され、排水が良好な順に、褐色低地土、灰色低地土、グライ土に分けられる。

3) 台地土

沖積世の前の時代、洪積世（およそ200万年前から1万年前まで）の堆積物に由来する台地・丘陵の土壌で、残積土や崩積土を含む。排水状態の良い台地・丘陵の土壌は褐色森林土で、排水不良な湿性土壌は、灰色台地土とグライ台地土に分けられる。典型的な灰色台地土は“白粘土”とも呼ばれる明るい灰色の土壌であり、グライ台地土は台地上の平坦部や凹分に見られ、灰色台地土よりさらに湿性が強い細粒質の土壌で、下層が青緑色のグライ層を持つ土壌である。道内で重粘土と呼ばれる土壌の主なものは、灰色台地土である。

4) 火山性土（黒ボク土）

地形で示した元々の土壌の上に、風により運ばれた火山灰が表層50cm以内に25cm以上の層

として存在するものとして定義される。元々の土壌の透排水性が不良な場合には、その上の火山灰も湿潤状態に維持されるため、植物遺体等からなる腐植は蓄積しやすく、そのため土色は黒褐～黒色を示す。一方、透排水性の良好な乾燥地に降灰があった場合には腐植はあまり蓄積しないため、表層土壌の下に褐色の土層が存在する。

排水が良好な順に、黒ボク土、多湿黒ボク土、黒ボクグライ土に分類される。

(3) 土壌の理化学性

道内に分布する主要な水田土壌群の理化学的な特徴を表V－2に整理した。

- ① 土壌の窒素地力は泥炭土（黒泥土も含む）が最も高く、次いでグライ土、灰色低地土、黒ボク土の順で、灰色台地土が最も低い傾向にある。
- ② リン酸、カリ、石灰、苦土などの供給量は、泥炭土、黒ボク土で少なく、グライ土、灰色低地土で多い。
- ③ 土壌の物理性に関する排水性および易耕性などの面では、泥炭土、グライ土が最も劣り、灰色低地土、灰色台地土はそれに次いで悪い。また、これらの土壌はいずれも稲わら施用に伴う湛水後の還元障害が発生しやすい。一方、褐色低地土、黒ボク土は排水性並びに易耕性が良好で、土壌の還元障害も少ない。
- ④ 道内に分布する水田を土壌排水性の良否の面から区別すると、乾田型土壌（排水性良）21%、半湿田型土壌（同やや不良）32%、湿田型土壌（同不良）47%で、全水田面積の80%近くが排水性に問題のある半湿田あるいは湿田によって占められている。これら土壌の乾湿区分と水稻生育の特徴の詳細については表V－3に示すとおりで、乾田型土壌が水稻の生育にとって一般的に望ましい特徴を備えており、湿田型土壌は土壌の特徴から水稻の初期生育や収量、品質の安定性に問題がある。

なお、一般に湿田というのは、1年を通じて作土が最大容水量以上の含水量を持っている排水不良田で、地表面に常時停滞水をたたえている。また、半湿田とは、1年のある期間湿田となる水田、あるいは地表面が常に過湿気味で、足を踏み入れると水がにじみ出る水田と定義されている。

- ⑤ 以上のように、道内に分布する水田土壌は全般的に排水に欠陥があり、かつ有機質土壌（泥炭土および黒泥土）が多いなど、水稻栽培の立地条件としては障害要因や制限要因を抱えている圃場が多いといえる。近年、大豆、麦などとの田畑輪換、あるいは飼料稲のような水田機能を生かした生産調整が行われているが、いずれにしても良質米生産への対応と同様に、排水性の改善が重要である。

表V－2 土壌の種類と理化学的な特徴

土壌の種類	化学的肥沃度		物理的な特徴		
	窒素	塩基類	排水性	易耕性	還元障害
泥炭土	極多	極少	不良	不良	多
グライ土	多	多	極不良	極不良	極多
灰色台地土	少～中	少～中	不良	不良	多
灰色低地土	中～多	中	やや不良	やや不良	少～中
褐色低地土	中	少～中	良	良	無～少
黒ボク土	中～多	少～中	良	良	無～少

表V－3 道内に分布する水田の乾湿区分と水稻生育の特徴

乾湿区分	乾 田	半 湿 田	湿 田
土壌群	褐色低地土 砂丘未熟土 黒ボク土	灰色低地土 灰色台地土 多湿黒ボク土 褐色森林土	泥炭土 黒泥土 グライ土 グライ台地土 黒ボクグライ土
分布面積割合	21%	32%	47%
土壌の特徴			
窒素供給量	少	中	多
有機物施用効果	大	中～大	中
排水改善の効果	小	中～大	大
深耕の効果	大	中～大	中
地温	高	低～中	低
水稻生育の特徴			
初期生育	良	並～やや不良	やや不良～不良
登熟性	良～並	並	並～やや不良
総もみ数	少	中	多
安定性	高	中～低	低
窒素施肥反応	大	中	小

(4) 求められる水田土壌の条件

水稻の生育、収量、品質を高める理想的な土壌の条件として、次のような特性が具備されていることが望ましい。

- ① 水稻の生育に必要な養水分を、各生育時期の必要に応じて円滑に供給することができる：土壌構造の発達、保水力・保肥力が適正
- ② 水稻根の発達が良く、冷害・湿害・干害などの気象災害に耐えうる機能を備えている：作土深が適正、下層土が膨軟、排水性良好、地温が高い
- ③ 幼穂形成期以降の窒素吸収パターンをコントロールできる：土壌の窒素潜在地力が適当
このような安定高収・良質米生産を可能とする土壌（乾田型土壌で窒素肥沃度水準の適度な土壌）は、自然の立地条件下では極めて少なく、実際には、土壌物理性改善を目的とした基盤整備や、稲わら処理や有機物施用などの土づくり、さらには土壌診断・有機物施用に基づいた施肥量の適正化など、農家個々の改善技術の導入によってはじめて達成されるものである。

表V－4は、北海道施肥ガイド2010に示される水田土壌の物理性および化学性の診断基準値である。低コストで良質米を安定生産するためには、これらの基準値を目標に適切な改善を行うことが望まれる。

なお、水稻が栽培されている主要な土壌型の改善目標は、表V－5のように整理することができる。これらの改善目標は各土壌型の立地条件や、自然肥沃度の差異に基づいて大まかに定めたものであり、実際には農家個々の肥培管理、土壌管理などの相違によって改善目標やその優先程度が当然変わってくる。したがって、実際場面では土壌診断結果に基づいた改善対策が不可欠である。

表V-4 水田土壌の診断基準値（北海道施肥ガイド2010）

区 分	診 断 項 目	基 準 値
物理性	作土の深さ	15～20cm
	有効土層の深さ	50cm以上
	作土の固相率	30～40%（黒ボク土では25%前後）
	鋤床層のち密度	15～20mm（山中式硬度計） 0.5～1.5MPa（貫入式土壌硬度計）
	飽和透水係数	$10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/s
	地下水位	50cm以下
	収穫期地耐力	コンバイン走行が可能な指標値 0.25MPa以上（貫入式土壌硬度計） 10cm以内（矩形板沈下量（10cm×2.5cm、載荷圧1.6kg/cm ² ））
化学性	pH（H ₂ O）	5.5～6.0（非湛水期）
	有効態リン酸（P ₂ O ₅ ）	ブレイNo.2法（1：10抽出） 10～20mg/100g（湛水前風乾土） 20～40mg/100g（湛水期生土）
	交換性カリ（K ₂ O）	15～30mg/100g
	交換性苦土（MgO）	25mg/100g以上
	苦土・カリ比（Mg/K）	2以上（当量比）
	可給態ケイ酸（SiO ₂ ）	16mg/100g以上
	遊離酸化鉄（Fe ₂ O ₃ ）	2.0%以上（浅見・熊田法） （S含有率が0.08%以上の場合はFe/S（モル比）10以上）
	易還元性マンガン（Mn）	100～1000ppm

表V-5 土壌型ごとの改善目標

土壌の種類	有機物	リン酸	カリ、石灰、 苦土、ケイ酸	排水対策	還元対策 （中干し）
泥炭土	□～○	◎	◎	◎	○～◎
グライ土	□～○	○	□～○	◎	◎
灰色台地土	○～◎	○～◎	○～◎	○	○～◎
灰色低地土	○	○	○	○	◎
褐色低地土	◎	○～◎	○	□	□～○
黒ボク土	○～◎	◎	○～◎	□	□～○

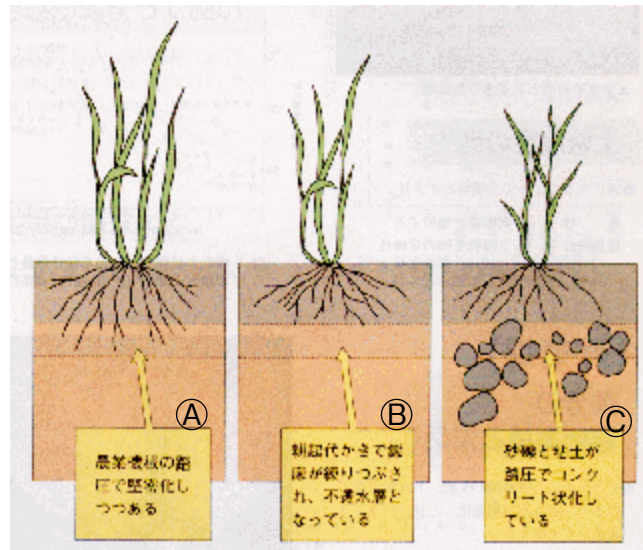
備考）◎：特に必要、○：必要、□：ふつう（具体的には土壌診断基準値を参考にすること）

2 水田土壌の問題点と改善対策

良質米生産を目指すためには、土壌の物理性（排水性など）の改善、窒素の適正供給および塩基の補給、さらには有機物（堆肥、稲わらなど）施用の問題などについて取り組む必要がある。ここでは、最も大きな問題と考えられる土壌の透排水性を中心に述べる。

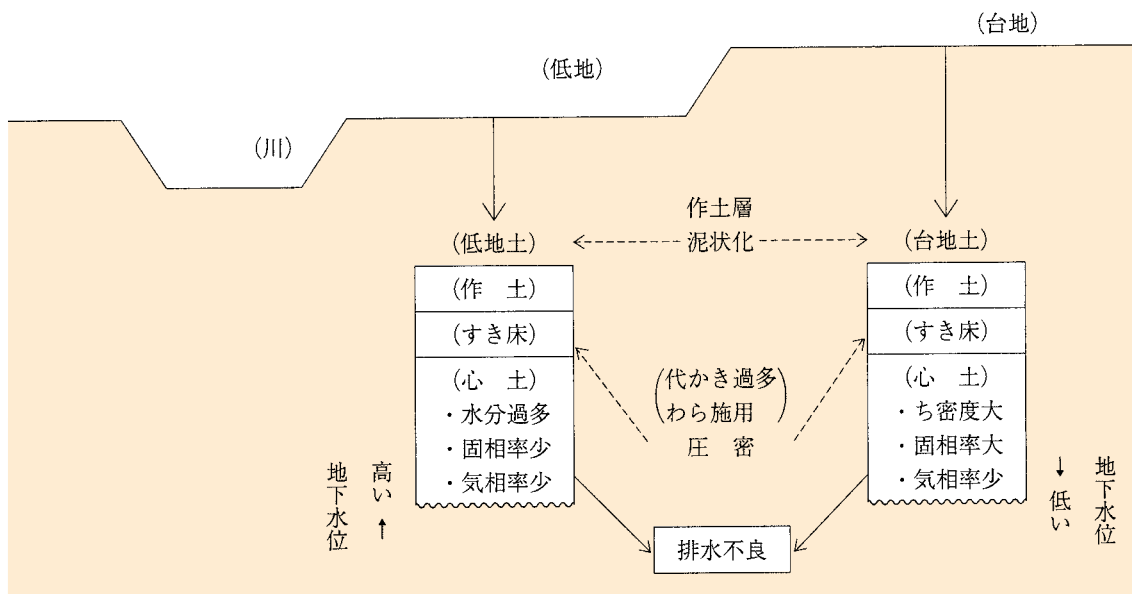
(1) 排水不良になる原因と改善対策

- ① 透排水性を悪化させる要因を図V-2に示した。Aは作業機による作土下部の堅密化で、作業時に土壌が湿っているとその影響はより大きい。また、近年の農業機械の大型化も堅密化を助長する。Bは過度な代かきによる練りつぶしである。Cは透排水性が良好と考えられる砂礫混じりの土壌で、砂礫と粘土が押しつぶされて固まる場合がある。



図V-2 透排水性悪化の原因

- ② 排水不良田の生成要因は低地土と台地土によっても異なる。低地土では土層全体の地下水位が高いこと、台地土では下層の緊密な土層が排水を阻害する（図V-3）。



図V-3 排水不良田の模式図

- ③ 透排水性不良田の改善対策は、まずは、土層全体の地下水位を下げることである。つぎに、下層土の堅密層を破碎すること、圃場表面の停滞水を迅速に排除することなどが必要で、概念としては、土に亀裂を入れることと、できた亀裂を大切にすることと、そして、湛水期間以外には水を溜めないことである。
- ④ 土層全体の地下水位を下げるには、基盤整備による明・暗渠の効果が高く、暗渠の効果を維持するにはモミガラ暗渠や心土破碎が有効で、それらには下層の堅密層を破碎する効

果もある。なお、モミガラ暗渠の効果は長期間に及ぶが、心土破碎の効果は短期的であり、状況によっては毎年の施工が望まれる。透水不良な礫質水田では穿孔排水の効果が大きい（表V－6）。

表V－6 穿孔処理による土壌環境改善効果

（上川農試 1987）

項 目	処 理	総筋数 (x100/㎡)	登熟歩合 (%)	精玄米重 (kg/10a)
平 均	対照	316	57.7	392
	穿孔疎 ¹⁾	314	63.2	443
	穿孔密 ²⁾	326	63.0	418
指数 (%)	対照	100	100	100
	穿孔疎 ¹⁾	99	110	113
	穿孔密 ²⁾	103	109	107

1) 2 m×3 m間隔

2) 1 m×2 m間隔

- ⑤ 圃場表面の停滞水の排水には溝切り（圃場内作溝明渠）の効果が大きく、収穫後に施工しておくとし、秋期のまとまった降雨や融雪水が迅速に排水され、圃場の乾燥が促進される（表V－7）。なお、溝を落水口につなぐなど、集めた水を圃場外に排水する工夫を怠ると十分な効果が得られない。

表V－7 溝切りが土壌の乾燥化に及ぼす影響

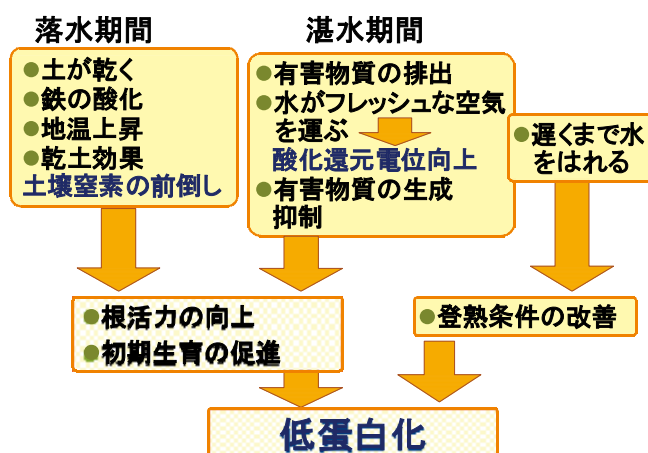
（空知中央普及センター）

処 理	作土の含水比 (%)		矩形板沈下量 (cm)
	2～7 cm	7～12cm	
対照	48.1	47.3	11.2
溝切り	43.6	45.4	1.0

調査日：1993年11月8日

(2) 透排水性の改善効果

- ① 図V－4に透排水性改善の意義を示した。
- ② 落水期間（融雪後）に透排水性の高い水田では、耕起等の作業性が向上し、作業がスケジュール通りに進む。また、土壌中の鉄が酸化し、酸素が蓄積される。地温の上昇と乾土効果により地力窒素が無機化され、水稻初期生育の向上が期待される。
- ③ 湛水期間には、水の移動に伴い酸素が供給されることによって土



図V－4 透排水性改善の意義

壤還元（ワキ）の軽減が見込まれる。また温められた水が浸透することによって地温が上昇する。これら効果は、根の活力向上、初期生育の向上をもたらす。

- ④ 透排水性が高まることで、ねらった時期に落水させることが可能となり、適期に中干しが可能となる。また、収穫前の落水を遅らせることができ、登熟条件の改善が図られる。
- ⑤ 落水期間（収穫後）には、稲わらの搬出が容易になる。圃場の乾燥化が進めば、回収できなかった稲わらの分解が促進されるため悪影響が緩和される。
- ⑥ これらのことが総合し、産米の食味向上（低蛋白化）や収量の向上がもたらされる。

(3) 圃場および畦畔の透水性

- ① 一般田および復元田の圃場減水深（縦浸透量＋蒸発散量＋畦畔浸透量）は各土壌型とも1日当たり15mm以下であるが、縦浸透と蒸発散量の合計はその半分程度であり、畦畔浸透量が大きいことが想定される（表V－8）。

表V－8 減水深の比較

（中央農試 1992）

土壌区分	水田区分	減水深	縦浸透＋蒸散
褐色低地土	対 照 田	7.7	3.7
	復 元 田	10.1	6.1
灰色低地土	対 照 田	5.0	1.0
	復 元 田	6.7	2.7
グライ土	対 照 田	8.2	4.2
	復 元 田	8.8	4.8
泥炭土	対 照 田	6.3	2.3
	復 元 田	12.5	8.5

備考）N型減水深測定器、蒸発計による。単位はmm/日。6月22～23日

- ② 各水田とも、湛水条件に置かれる期間が長く、かつ代かきの影響を受けている畦畔下層部に比べ、畦畔上層部の透水性が高い。また、長期にわたる営農作業によって少しずつ畦畔が削られ、高さや幅ともに痩せてきている場合がある。
- ③ 最近の気候変動の大きさを考慮すると、水稻の冷害危険期に深水かんがいを徹底する必要がある。そのためには、畦畔が低い場合は事前に土盛りし、畦塗り・床締めなどを行って畦畔からの漏水防止対策を講じる。

(4) 稲わら施用の影響と施用時の留意点

- ① 稲わらは土づくりにとって貴重な有機物資源であり、土壌還元等による障害を回避するためには搬出・堆肥化してから施用されることが望まれる。しかし、堆肥化されているのはわずか2割程度であり、7割程度が直接圃場にすき込まれている（表V－9）。

表V-9 稲わらの利用状況の推移（「米に関する資料」より作成）

(%)

年 次	堆肥化	家畜の敷料	飼 料	すき込み		焼 却	その他
				秋	春		
1965年 (S40)	63	24	2	1	3	1	6
1974年 (S49)	37	15	6	3	25	3	11
1981年 (S56)	25	3	9	11	35	12	5
1990年 (H 2)	31	8	3	23	26	5	4
1995年 (H 7)	24	3	1	24	35	9	4
1999年 (H11)	21	4	1	33	29	11	1
2003年 (H15)	22	4	2	31	33	6	2
2008年 (H20)	18	2	4	42	28	5	1

② 稲わらのすき込み時期は、秋が6割、春が4割程度である。春まで圃場表面に放置された稲わらは、圃場の乾燥を妨げるのみならず、分解が遅れるため、秋すき込みより、水稻の生育、収量、品質に悪影響を及ぼす（図V-5）。

③ 秋にすき込まれた稲わらであっても、翌春の湛水前までに分解する量は30～40%程度であり、透排水性の不良な湿田型土壌および寒冷な地域ではさらに分解割合が劣る。

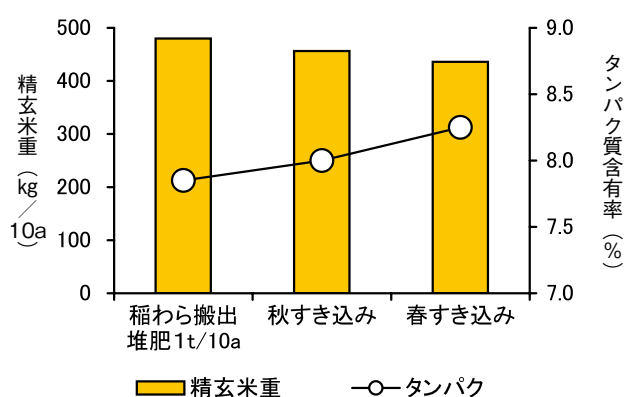
④ 稲わら施用による悪影響は、未分解

なC/N比の高い有機物が土壌中で分解する過程で生じるものであり、土壌の還元が進み、各種有害物質（有機酸・フェノール・活性2価鉄など）の影響により根の活性、初期生育が著しく抑制される（表V-10）。

⑤ 稲わらの施用は、搬出・堆肥化を優先し、湿田型土壌や寒冷な地域での生わらすき込みは避けるべきである。また、乾田型土壌であっても、秋すき込みを原則とする。

⑥ やむを得ず稲わらをすき込む場合には、稲わらを裁断し、収穫後できるだけ早い時期に土壌表面に混和することで分解の促進を図る。この際、溝切りなど、先に述べた圃場の乾燥化対策を図ることで、分解が一層促進される。湛水後の還元障害を緩和するには、中干しが有効である。

⑦ 稲わらのみならず、堆肥等の有機物を施用した場合には、有機物施用に伴う減肥対応を考慮すべきである。また、長期間にわたって稲わらを連用している場合には、地力が高まっていることが想定されるので、土壌診断を活用し、施肥量の適正化に努める。



図V-5 稲わら鋤き込みと収量、タンパク質含有率（中央農試）

表V-10 水稻の初期生育に及ぼす稲わら施用の影響

(上川農試 1975)

土 壤	処 理		6 月19・20日			5 月29日 (土壌)		
			草丈 (cm)	茎数 (本/株)	N吸収量 (g/m ²)	NH ₄ -N (mg/100g)	2 価鉄 (mg/100g)	酸化還 元電位 (mv)
褐色低地土 (乾 田)	ロータリ耕	無処理	33.0	9.7	0.63	4.6	12.9	+43
		堆 肥	36.3	8.7	0.75	5.1	23.1	+53
		稲わら	31.8	8.5	0.60	5.4	78.7	+14
	プラウ耕	無処理	37.5	8.7	0.46	4.6	13.0	+61
		堆 肥	38.6	7.5	0.57	4.7	17.5	+87
		稲わら	36.1	9.1	0.65	4.5	65.9	+29
グライ土 (湿 田)	ロータリ耕	無処理	35.7	10.7	0.36	6.9	20.8	+70
		堆 肥	32.1	9.0	0.35	8.0	22.3	+56
		稲わら	28.3	7.0	0.28	9.9	477.9	-44

(道総研農業研究本部企画調整部地域技術グループ主査 渡邊祐志)