

堆きゅう肥の上手な利用

北海道農業試験場畑作部 松口龍彦

はじめに

堆きゅう肥による地力維持を考えると、"地力"の内容が不明確なためにあいまいな論議の多いのを痛感する。そこでまず地力の定義を明確にしておく必要がある。第1次石油ショックを機に活発な地力論議が展開されたが、その時地力について大略次の定義が与えられた。すなわち、地力とは"作物の収穫をつくり出す土壌の総合的能力である。これを作物の側からみれば健全な根の発達をもたらす土壌の能力といえる。"そして地力の構成

要素を次の2つに大別した。

(1) 養分的性格：高収、高品質の生産をあげるに十分な、かつバランスのよい養分を適切な時期に作物に供給する能力。

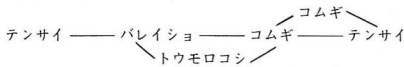
(2) 機能的、容器的性格：保肥力や緩衝能などの物理化学的性質、有害物質の除去機能、保水や排水などの物理性及び物質循環の基礎となる微生物性などが含まれ、これらを総合的に発揮する能力。

化学肥料の施肥技術が発達した今日では、堆きゅう肥の役割は地力の機能力・容器的性格の保全にあると要約できよう。この観点から北海道における地力低下の実態や堆きゅう肥の需給事情に適応した堆きゅう肥の利用法について考えてみよう。

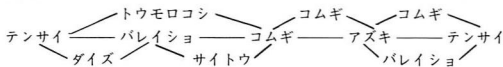
I 地力低下の実態

酪農では近年飼養頭数が増加するに伴って牧草の単収増加を図るために施肥量が増加する傾向が目立つ(表1)。そのために、草地表層土では経年的に塩基の溶脱や酸性化が進み、マメ科率の低下

乾性型火山灰土



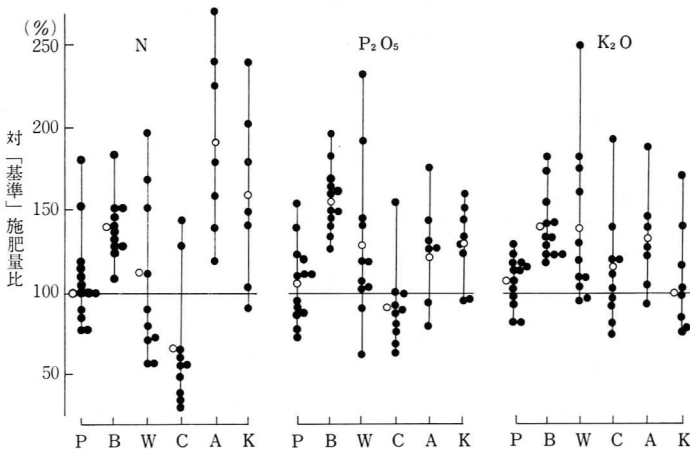
湿性型火山灰土



沖積土



図1 十勝地方芽室町及びその周辺における標準的作付体系



注) 1 基準量=100とする
2 白丸は平均値
3 記号及び基準量実数は以下の通り (kg/10a)

作物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
P: バレイショ	8	18	15
B: テンサイ	16	25	12
W: 秋播コムギ	11	15	10
C: トウモロコシ	14	20	10
A: アズキ	3	15	8
K: サイトウ	4	15	10

図3 各作物施肥量と北海道基準施肥量との比較 (芽室町報国, 北農試畑作部調査, 昭57)

表1 牧草、無機質肥料の施肥量（北海道平均）

単位：kg/10a

年次	窒素質肥料	リン酸質肥料	カリ質肥料
昭. 45	5.4	4.7	6.5
46	6.2	4.9	7.1
47	7.4	5.6	8.4
48	6.7	5.9	8.0
49	8.3	7.5	11.1
50	8.7	8.2	12.2

資料：「牧草作況基準筆成績」

表2 微生物による植物ホルモンの生産

ホルモン	生産する微生物種
ジベレリン	ジベレラ, アゾトバクター, アースロバクター
オーキシシン	アゾトバクター, リゾプス, プラスモディオオフロラ
サイトカイニン	アゾトバクター, アグロバクテリウム, アースロバクター, 根粒菌
エチレン	シュドモナス, クロストリディウム, ムコール

ヤイネ科牧草の冬枯れによって草地の維持年限が短縮している。集約化による地力低下は畑作でもっと切実である。十勝の畑作では近年マメ類の減少、根菜類の漸増及びコムギの急増により、3~4年を基本周期とする短期輪作が広く行われている（図1）。それに伴って農業散布が徹底して行われているにもかかわらず土壌病害は増加の傾向を示し（図2）、土壌の潜在的発病力は確実に増えていると考えなければならない。これを裏づけるかのように、各作物とも施肥量が著しく増加し、かつ農家間の偏差が極めて大きい（図3）。集約度のさらに高い園芸では地力対策は病虫害の生物的防除法の確立に尽きるといえよう。最近開発されている有機質混合培地隔離ベッド栽培は遂に土耕からの決別である。

II 堆きゅう肥の役割

このような近年の地力実態を考えれば、堆きゅう

表3 平均的酪農におけるふん尿排出量と

飼料畑への施用量（北農試畑作部）

ふん量(359t) + 尿量(195t) = 554t(農家・年) 乳牛41頭の年齢別体重から積算した。	
施用基準(新得畜試・54年成績会議資料)(3年間の試験より)	
草地：乾物収量は 0~15t/10aは直接的に増加。 NO ₃ -N中毒は 7t/10aで認められる。 低 Mg 血症は 4t/10aで認められる。	} 4 t / 10a以下
コーン畑：乾物収量は 0~5t/10aで増加。 (排水良好) 化肥N 6kg, きゅう肥5t/10a, 同0kg, 18t/10aまで収量増	
施用量：草地16ha×40t=640t コーン畑5ha×50t=250t	} 合計 890t/農家・年

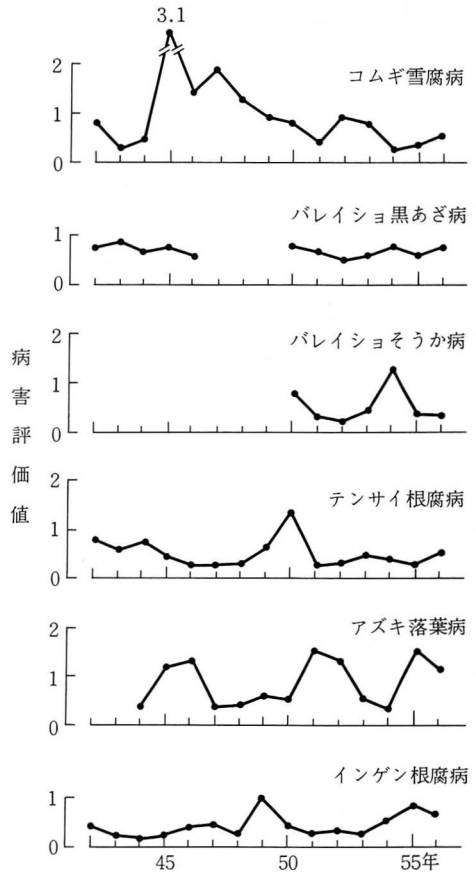


図2 十勝管内主要土壌病害発生状況（十勝病虫害防除所）

- う肥に期待する役割は次のように要約されよう。
- (1)有害物質の不活性化、除去：表層土に蓄積された塩類の希釈，酸性化した土壌での活性アルミニウムや亜鉛，砒素，水銀，カドミなど汚染重金属元素の不活性化。
 - (2)生育促進物質の供給：土壌微生物の作用で有機物から各種の植物ホルモンが生産される（表2）。また堆きゅう肥に含まれるアミノ酸や核酸は果菜類の花芽形成や結実など生殖生長を促進する。
 - (3)土壌病害の抑制：同じ作物を過作，連作すると根圏の病原菌密度が高まり作物の生育障害を引き起こす。堆きゅう肥を施用すると土壌微生物の活性が高まり，しばしば作物根への病原菌の感染が抑制される。

III 堆きゅう肥の需給と施用状況

表3に十勝の平均的酪農経営における家畜ふん尿の利用状況を示した。乳牛41頭のふん尿排出量

は年間 554 t で、粗飼料自給のための牧草生産をあげるのに必要なふん尿量 890 t の 6 割程度にすぎない。草地 51 ha、乳・肉牛 100 頭飼養の根釧の酪農経営でも、200~250 t のきゅう肥が生産されるが、年 6 ha の草地更新に施用できる量は 3.8 t/10 a にすぎず、不足分を外部から購入している(「土づくり技術検討会の記録」昭 56)。このように製造元の酪農でも堆きゅう肥は不足しているのである。事実、十勝酪農 300 戸へのアンケート結果でも草地造成時の施用量は採草地でも農家の 8 割近くが

4 t/10 a 以下に止まっている(図 4)。また飼料畑でも農家の 9 割が 5 t/10 a 以下しか施用していない。かくして、畑作や園芸では堆きゅう肥の入手は容易でないことが理解できよう。畑作への堆きゅう肥の供給を図るために、士幌町では肉牛肥育センターと周辺の畑作農家とで地力増進組合を組織しているが、畑作農家への供給量は平均 1 戸当り 78 t で、施用量を 2 t/10 a に抑えても 4 ha にしか施用できない。施用量 2 t/10 a は道内 14 市町でのテンサイへの平均施用量にほぼ等しく、芽室町テ

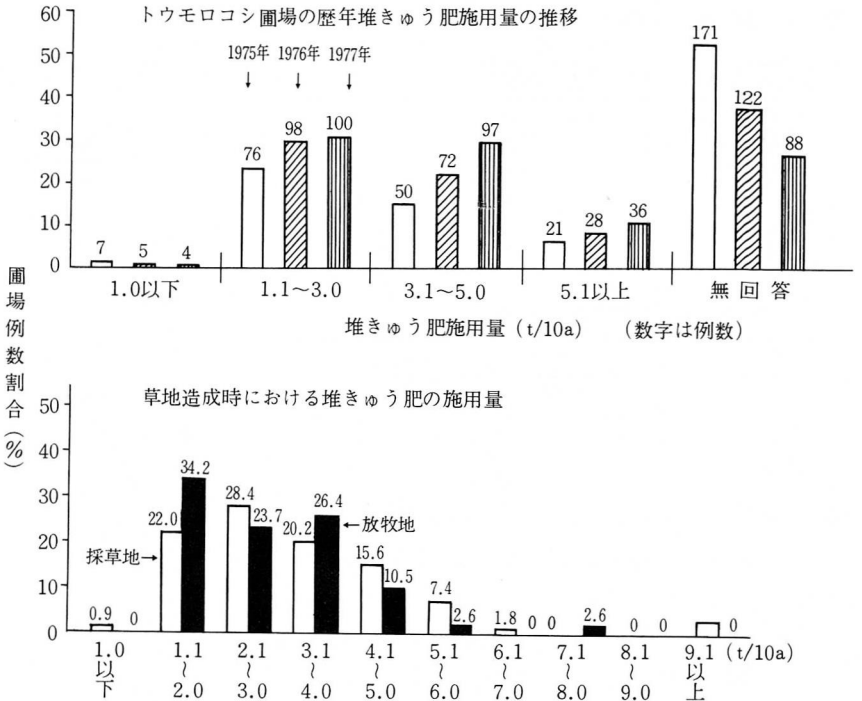
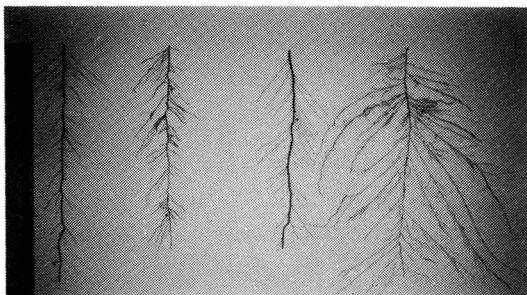


図4 草地及び飼料畑での堆きゅう肥施用量(十勝農協連)

ンサイ農家 79 戸の調査結果では無施用畑も入れると平均施用量は 900 kg/10 a にすぎない。

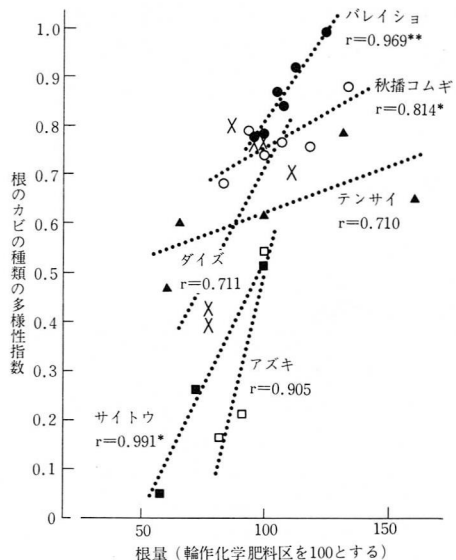
IV 堆きゅう肥に期待する施用効果

前項で理解されるように、道内の堆きゅう肥供



秋播コムギの根の発達に及ぼす有機物の施用効果 (5月中旬調査)

1. 化学肥料区
2. きゅう肥区
3. 前作残渣区
4. きゅう肥・前作残渣区



根量100以下のプロットは連作区、100以上のプロットは輪作有機物施用区

図5 作物の根量と根のカビの種類多様性との相関関係

給量は耕地面積の割りに極めて少ない。従って施用に関しては量的には最適施用量よりも「必要最少施用量」の設定が要点であり、期待する施用効果も化学肥料では代替できない機能的・容器的地力の培養、とりわけ土壤微生物の適正な管理による土壤病害抑止機能の増強、平たく言えば、病気の出にくい健康な土づくりではなかろうか。

これに関して筆者らがこれまでに得た試験結果のいくつかを紹介しよう。作物が地力の影響を直接受ける場所は根であり、根の状態は地力のバロメーターともいえる。堆きゅう肥を畑に施用すると、1~2t/10a程度の施用量でも生育初期から根の分岐伸長や根毛伸長がよくなり(写真)、それと同時に根にすみつくカビの種類が多様になる。いずれの作物でも根のカビの種類が多様なほど根の発達がよい(図5)。更に興味あることには、バレ

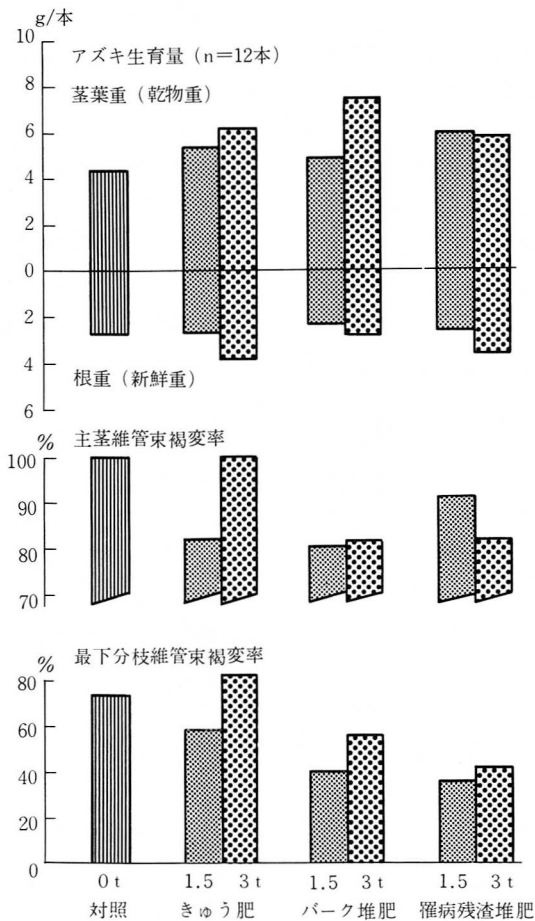


図6 アズキ落葉病汚染畑における各種堆きゅう肥施用効果の比較

イシヨや秋播コムギなど連作に強い作物ほど根のカビの種類も多様であり、かつ連作しても単純化しにくい。これらの結果から、生育初期から中期にかけて作物の根にバランスのとれた微生物相をきづくことが土壤病害の生物的防除(バイオコントロール)の要点であると考えられ、この機能の大きな堆きゅう肥を生産することが堆きゅう肥不足の現状を打開する決め手にもなる。

V 罹病作物残渣の堆肥化による活用

短期輪作や連作下では、収穫残渣は程度の差はあれ罹病残渣とみなされ、畑に直接すき込むことは極言すれば土壤への病原菌接種とも言え、圃場衛生上大きな問題である。アズキ落葉病はその典型例であるが、次に罹病豆がらの堆肥化による活用法に関する試験結果を説明しよう。筆者らは落葉病罹病残渣で作った堆肥(罹病豆がら、麦稈及

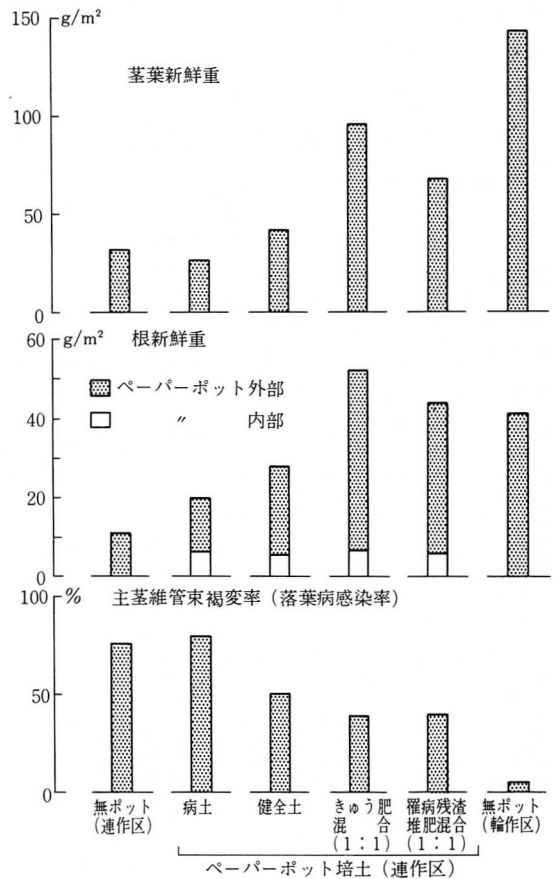


図7 有機物資材施用培土・ペーパーポット栽培による連作4年目アズキの生育促進と落葉病感染抑止効果

びでんぷん粕を混合、堆積し、切り返しを行いな
がら1年半熟成したもの、きゅう肥及びパーク堆
肥をそれぞれ落葉病菌に感染した畑に施用してア
ズキを栽培し、落葉病感染と生育収量とを資材間
で比較した結果、図6に示すように罹病残渣堆肥
の感染抑止力が最も大きい結果を得た。そこで資
材中の落葉病拮抗菌の密度を比較した結果、罹病
残渣堆肥に拮抗性放線菌が最も多く、その感染抑
止力に密接な関係をもつと推定された。しかし資
材の抗菌力によって土壤病害を抑制するためには、
一般に多量施用が必要とされているので前項で力
説した施用量の節減と相反する。そこでアズキの
ペーパーポット栽培を行いポット培土への資材施
用を試みた。莢肥大期(8月中旬)に調べた生育、
落葉病感染率を図7に示したが、罹病残渣堆肥は
きゅう肥と共に感染抑止に卓効を示し、根や茎葉
の発達を著しく改善した。この研究はまだ試験段
階であるが、これまでの結果は罹病残渣の生物農
薬としての活用に活路をみいだすものとして興味
深い。

VI きゅう肥の多量施用には 問題がある

前項までに、きゅう肥は土壤病害に悩む畑作
や園芸で不可欠の地力維持資材であることを述べ
た。きゅう肥のこの機能を発揮させるには施用
量としては年間2t/10a程度の少量施用でも効果
が認められ、きゅう肥調製法を改善すれば多量
施用は必ずしも必要ではないであろう。また多量
施用には別の理由で問題がある。寒冷気象の北海
道では温暖地に比べ土壌でのきゅう肥の分解が
明らかに遅滞する。このことは当畑作部のきゅう

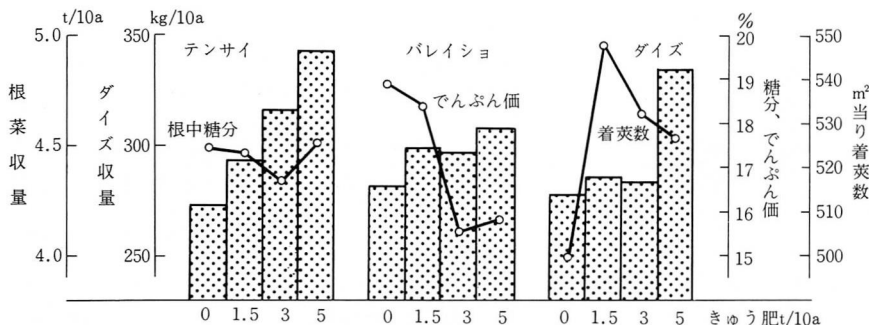


図8 きゅう肥施用が作物の収量などに及ぼす影響(北農試畑作部、連作3年目圃場)

表4 褐色火山性土の腐植蓄積に及ぼすきゅう肥連用の影響

	きゅう肥 施用量 t/10a/年	50年 作付前	55年 作付前	増加量 (55-50) kg/10a	0t区に 対する 増加量	きゅう肥 C, N 投入量	増加量/ 投入量 %
C (炭素)	0		2,814	-1	0	0	
	1.5		3,159	344	345	525	66
	2	2,815	3,288	473	474	696	68
	3		3,492	677	678	1,044	65
	4		3,780	965	966	1,392	69
N (窒素)	0		278	-5	0	0	
	1.5		294	11	16	53	30
	2	283	332	49	54	71	76
	3		348	65	70	106	66
	4		350	67	72	142	51

肥6年連用畑で投入量の60%にも達する土壤腐植
の蓄積がみられた表4の結果でも容易に理解され
る。春から夏にかけて地温上昇が著しく遅れる道
東では施用した堆きゅう肥は夏から秋にかけて分
解速度が大きくなり、無機態窒素の放出もこの時
期に増大するパターンを示す。従って堆きゅう肥
を多量施用すると、バレイショでんぷん価の低下、
テンサイ根中糖分やダイズ着莢数の伸び悩みなど、
施用量に対する施用効率がむしろ低下する恐れが
ある(図8)。この点に関連して、十勝農作物増収
記録会テンサイ出品農家の堆きゅう肥平均施用量
が土壌の種類を問わずおおむね3t/10a程度に止
まっている実態は極めて興味深い。

おわりに

本稿では堆きゅう肥供給量が農耕地面積の割り
に少ない北海道の現状にかんがみ、地力の生物的
要因を重視する新しい観点から堆きゅう肥の活用
法について述べた。堆きゅう肥の需給状況に関す

る各種のデータや堆きゅう肥施用効果に関する多
くの試験結果を調べてみると、多肥による地力低
下の主要因を適確に把握し、それに最適の堆きゅう
肥製造法と最も有効な施用法の確立が今後の課題
であることが痛感される。