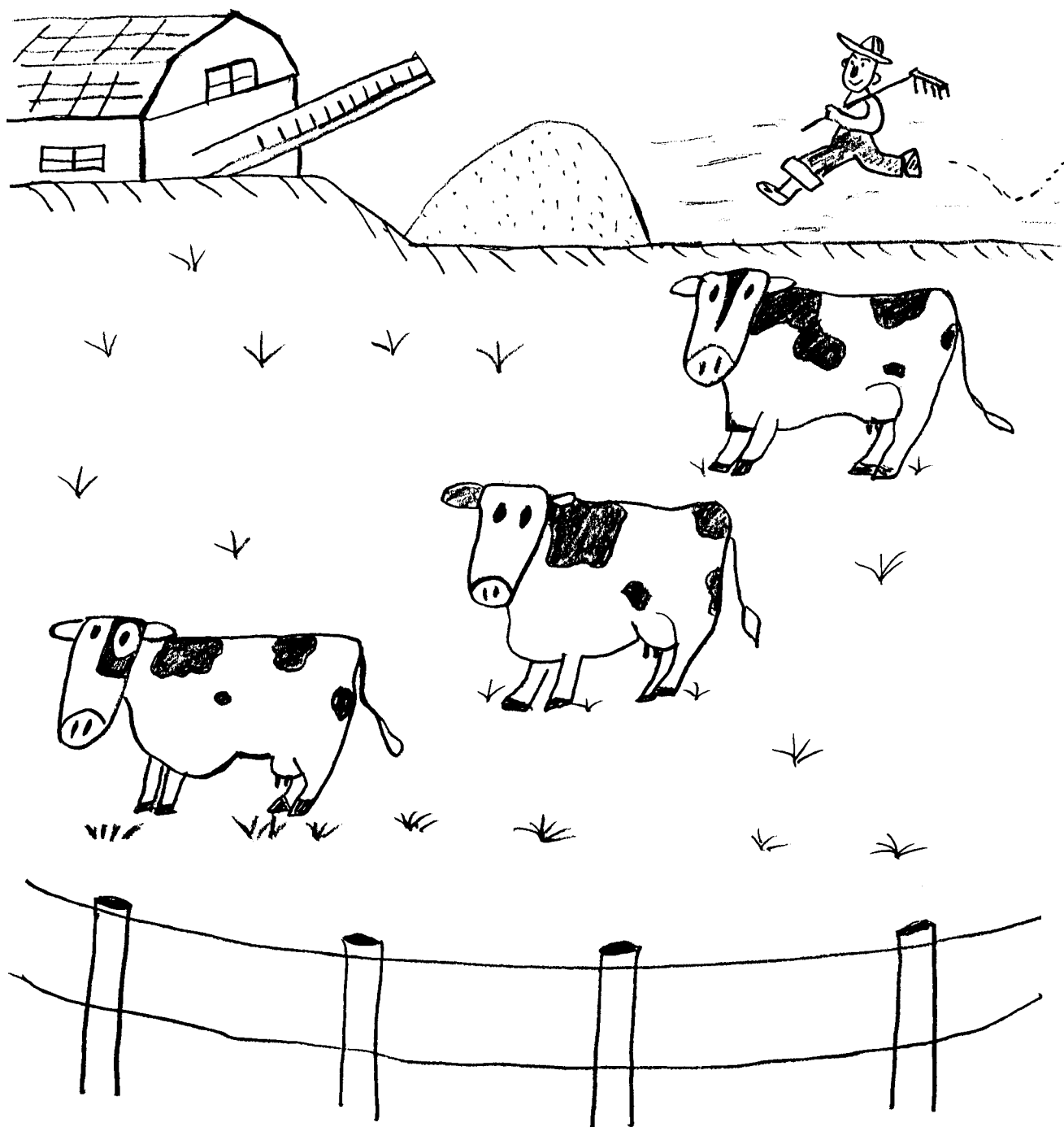


工 作 物



1. 糞と尿は宝の山

(1) 土、草、牛をつなぐ糞尿の活用

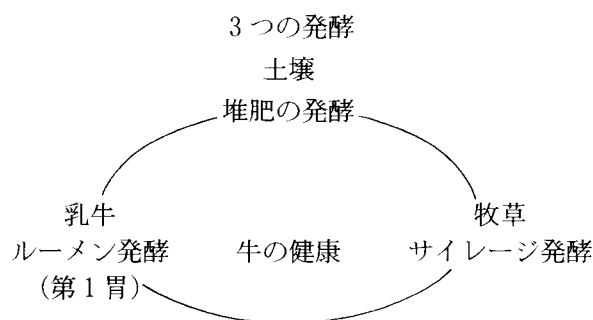
生産確保された糞尿は牧草の生育に貢献する肥料として高く評価されています。

しかし、糞尿の性質や具体的な活用方法などについては十分に解明されているとは言えません、そのため糞と尿を別々に堆積、貯溜して未熟の状態ですぐに草地に還元されているのが実態です。未熟堆肥の多量施用は土壌微生物、生育した牧草の品質に様々な影響を与えます。堆肥化は手間や費用がかかる、直接収益に結びつきにくいなどの理由で対策が後回しにされやすい傾向にあります。このような理由が糞尿を酪農の構造的な問題につながっている原因です。また乳牛の健康はよい土壌で生育した牧草によって達成されます。そのため、草地に還元する堆肥の品質は牧草はもちろん乳牛の生産性と高い因果関係があり早急に改善すべき課題でもあります。そしてこの課題へのとりくみには微生物という生物への理解が必要です。

土壌中には無数の微生物が活動しています、この微生物は施用された化学肥料、堆肥、牧草の古い根などを分解して、牧草が吸収しやすい成分に変えています。永年に渡って化学肥料と未熟堆肥を施用しつづけるとこの有益な微生物が減少して、肥料や堆肥の施用効果が低下し牧草の生育はもちろん草地の植生が悪化します。したがって、糞尿の発酵を促して土壌微生物が喜ぶ堆肥を草地に還元することが良質飼料をつくるうえからも必要です。また酪農にかかわる発酵は堆肥の発酵だけではありません。

サイレージの乳酸発酵、乳牛の第1胃でのルーメン発酵、いずれも微生物が重要な役割を担っています。

酪農の国際化がいわれる中で考えなければならないことは乳牛の健康、それを支えるのがこの3つの発酵です。

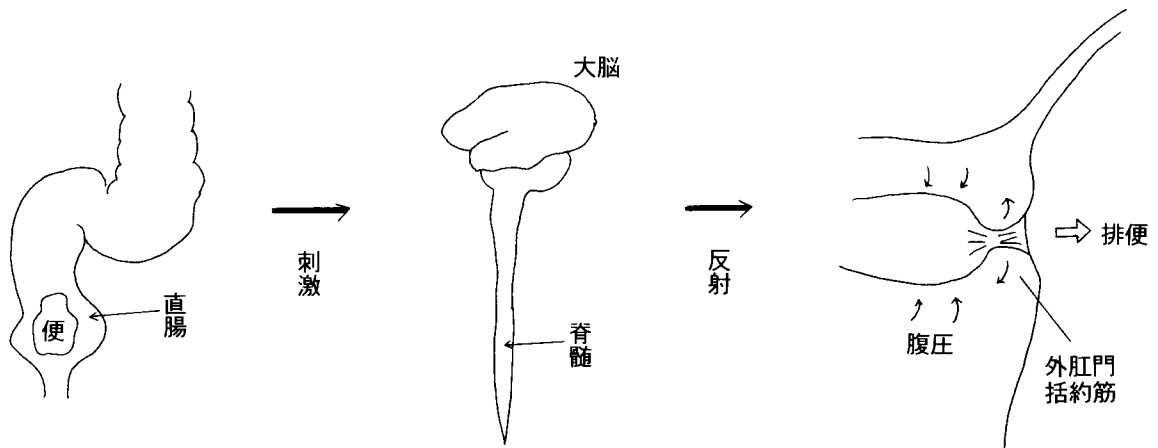


(2) 糞と尿のおはなし

乳牛が1日に排泄する糞尿は、人に換算すると、1頭で35人分位になります。この多量に排泄される糞尿は、堆肥場では「やっかいもの」ですが、草地に還元すると、化学肥料では置き換えられない貴重な資源になります。毎日多量に排泄される宝の山は、不思議なことがいっぱいあります。改めて糞尿について考えてみましょう

① 糞が排泄される仕組み ～肛門の秘密～

消化吸収を終えたエサのカスは大腸の始めの部分では多量の水分を含んだ状態ですが、直腸へ進むに従って水分を吸収されて固形化された糞へと変化します。乳牛は口に入ったエサが消化吸収され、糞として排泄されるまでエサの種類にもよりますが、約1週間もかかります。



大腸が蠕動運動をしたり、
糞が溜まると、直腸に糞が送
られる。

直腸で糞による内圧が上が
ると、骨盤神経、脊髄を経て
大脳に刺激が伝わり、反射で
便意が生じる。

肛門括約筋が弛むと同時
に、腸圧が高められ、糞が押
し出される。

人間の場合、便意が生じて漏らすことはありません（普通は・・・）。これは意志とは関係なく動く内肛門括約筋と意志で動く外肛門括約筋があるためです。外肛門括約筋の働きにより私達は便意を我慢することができるのです。一方、乳牛はどこでも糞を垂らし、しかも1頭がすると他の牛も連鎖的に排泄する場合があります。一説には視覚刺激説、嗅覚刺激説、物真似行動説などありますが、はっきりしたことはわかっていません。この行動は犬にもみられます。人間は生活習慣と幼児に対して繰り返し学習させる「しつけ」によって排泄行動を調整しています。

② 糞と尿の排泄回数

排泄回数は数多くの研究がなされています。そのひとつを紹介すると、舎飼いの場合乳牛は糞で平均14回、尿で6回程度の排泄を行います。1日の排泄では昼間の回数が多く、1回の排泄量では夜間の方が多くなります。排糞行動は横臥直前や起立直前に多く、動き始める直前や直後にも集中します（表1）。また、排尿行動は排糞行動ほどはっきりしていませんが、動き始める前後に多くなる傾向があります。

表1 放牧中の排糞行動 (%)

立ち止まって行う	歩行中に行う	横臥中に行う
78	20	2

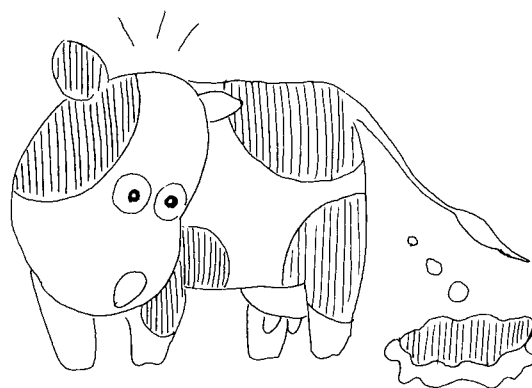
※ スタンションでは横臥中の排糞行動が約10%になった
例もある 「家畜行動学より」

③ 乳牛の糞と尿

ア、糞の構造と成分

糞の中身の大部分は吸収されなかったタンパク質、炭水化物（糖類、ヘミセルロース、セルロース、リグニン）ですが、このほかに腸管内で繁殖している細菌や微生物とその死骸、胃腸からの分泌物、腸壁から脱落した細胞なども多量に含んでいます。堆肥化の過程の中で、タンパク質と糖類

はすぐに分解されますが、ヘミセルロースとセルロースは比較的ゆっくりと分解されます。リグニンは堆肥にキノコなどが生える様になってようやく分解が始まります。



成分的には窒素、りん酸、カリ、カルシウム、マグネシウム（表2）のほかに、多量の微量元素を含んでいますが、給与しているエサによってその成分が大きく変化します。表3のように、粗飼料主体では繊維質とカリの含量が多く、窒素、カルシウム、ナトリウム等の含量が少なくなります。繊維質が多いために分解も遅くなり、肥料としてよりも土壌改良材としての緩効性肥料といえます。濃厚飼料の給与が多くなるに伴い、明らかに窒素、りん酸、カルシウムの含量が多くなり肥料としての価値が高くなります。

表2 生牛糞の成分含有率 (乾物中%)

	乾物	N	P	K	Ca	Mg
生牛糞	19.9	2.19	1.78	1.76	1.70	0.83

「堆肥化施設設計マニュアルより」

表3 飼料の種類と牛糞の成分含有率 (乾物中%)

飼養条件	N	P	K	Na	Ca	Mg
牧草のみ	1.26	0.49	1.20	0.15	0.58	0.32
牧草+濃厚飼料3kg	2.19	0.92	0.62	0.25	1.54	0.56
牧草+濃厚飼料8kg	1.97	1.27	0.63	0.27	1.42	0.47
牧草+濃厚飼料12kg	2.94	1.74	0.38	0.53	2.20	0.55

「堆肥化施設設計マニュアルより」

イ、尿の成分

尿の大部分は大腸で吸収された水分ですが、タンパク質の新陳代謝に使われた残りカスのほか、塩分、尿酸、色素などを含んでいます。成分的には表4のように原尿は分解されやすい有機物を多く含み、窒素とカリを主体とし、りん酸や微量元素は少なく、化学肥料に似た速効性肥料といえます。

表4 原尿の成分含有率 (乾物中%)

	乾物	N	P	K	Ca	Mg
原尿	0.7	27.1	—	88.6	1.43	1.43

「堆肥化施設設計マニュアルより」

④ 子牛と下痢の糞

出生直後から子牛は、生きていくための戦いが始まります。将来を担う子牛にとって下痢は最大の難関です。下痢は病原菌ばかりでなく、エサの急変、食べ過ぎ、飲み過ぎ、温度の急変など様々

な要因で発生します。特に、この時期の下痢は後々まで発育に影響を及ぼし、処置が悪ければ廃用にすることも考えなければなりません。しかし、下痢は早期発見・早期治療によってダメージを最小限に抑えることができます。表6に主な下痢のそれぞれの特徴を示します。

表5 主な下痢の特徴

病名	大腸菌症	牛ロタウィルス病	牛コロナウィルス病	サルモネラ症	コクシジウム症
原因	病原性大腸菌	ロタウィルス	コロナウィルス	サルモネラ菌	コクシジウム原虫
下痢の状態	突然激しい下痢を起こす。酸臭のある黄白色の水様便、白色～黄白色の泥状便をする。時には血のような排泄物を含むこともある。	元気消失、食欲減退を示し、24～36時間の潜伏期で下痢を起こす。便は水様性～泥状で色も灰白色～淡黄色まで様々である。重症になると、死亡する例もある。	軽い発熱を伴い激しい下痢が起こる。黄色～黄白色の水様便をする。重症になると、粘膜や血液が混じることもある。	40～42℃の発熱、元気消失、食欲減退、下痢などにより、急激にやせ、脱水による眼球陥凹が起こる。悪臭のある黄灰白色～褐色の水様便をする。時には粘血便となる。	慢性の下痢が続く。粘液や血液の混じった下痢をするため、尻の周りが赤く汚れるのが特徴。強い悪臭がある。重症になると死亡する例もある。

「牛病学より」

サルモネラ菌のつぶやき

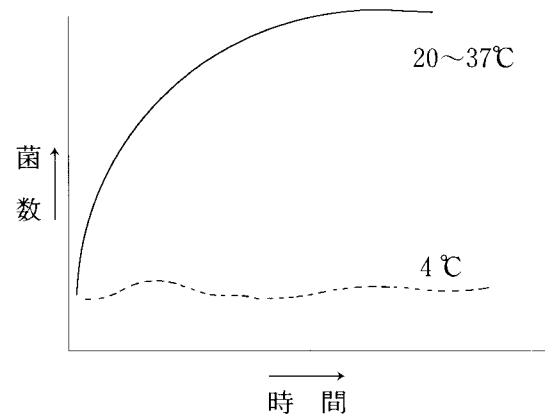
最近、根釧地方で頻繁にサルモネラ症が発生しています。発生すると、保菌牛の治療や牛乳の廃棄など経済的損失が大きいばかりでなく、精神的にも大きな負担となります。

a. 菌の特徴

サルモネラ菌の仲間は2,000種類といわれていますが、当地域で見られる代表的なものは、「サルモネラティフィムリウム」と「サルモネラダブリン」です。これらの仲間は、適度な温度と豊富な栄養源があれば増殖し、飼槽や水槽等を格好の隠れ家としています。

b. 堆肥中のサルモネラ菌

サルモネラ菌の生存期間は、12～33週間位といわれており、しかも低温条件（4℃以下）では増殖できません。したがって、仮に堆肥中にサルモネラ菌が生存していても冬期間堆肥場に堆積してあれば、増殖することはありません。また堆肥化により発酵温度が70℃まで上昇すれば、活動できなくなります。堆肥を草地に散布するならば、ひと冬堆積したものか、切り返しを行って発酵が進んだものを散布するように心がけましょう。



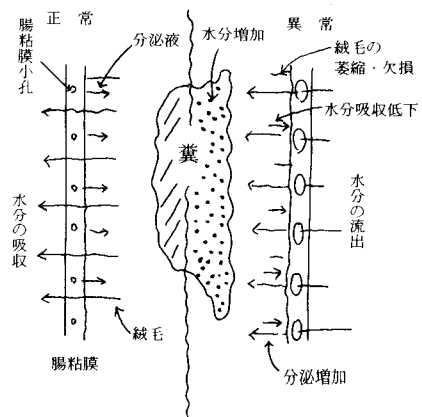
模式図 サルモネラ菌の増殖

⑤ 子牛の下痢のメカニズム

子牛の下痢は病原菌ばかりでなく、エサの急変、食べ過ぎ、飲み過ぎ、温度の急変など様々な要因で発注します。正常な糞の水分含有率は70～80％程度ですが、下痢が発生すると90～95％まで増加します。また排糞回数も通常の6倍、重症になると30倍にまでなります。

この下痢発生の原因は大きく分けて

- ア、腸粘膜小孔からの水分の流失増加
- イ、腸粘膜からの分泌増加

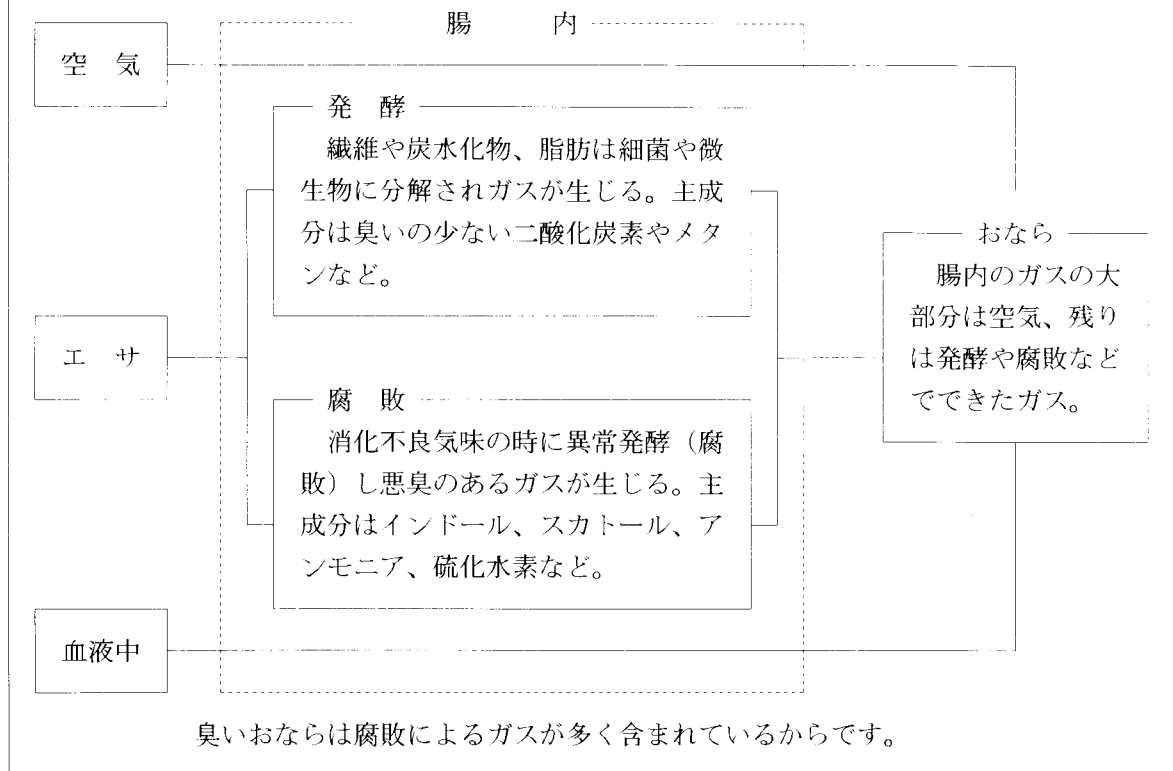


ウ、絨毛の萎縮、欠損による水分吸収の低下等があります。
以上のようなことが腸内で起こり、下痢が発生します。

おならのつぶやき（どうしておならは臭い）

腸内には様々な細菌や微生物が生息しており、腸の内容物を分解し、いろいろなガスが発生しています。また、採食中には空気も一緒に飲み込み、腸内を進んでいきます。発生したガスや空気は腸管から吸収されたりゲップとして排出されますが、多量に発生すると、おならとして体外に排出されます。

おならができるまでの模式図



2. 糞尿の堆肥化

(1) 糞尿から堆肥へ

堆肥とは、糞尿と敷料が変化して作物の生育に有益で、しかも作物に害を与えず悪臭もなく取扱いが容易になった状態の肥料です。

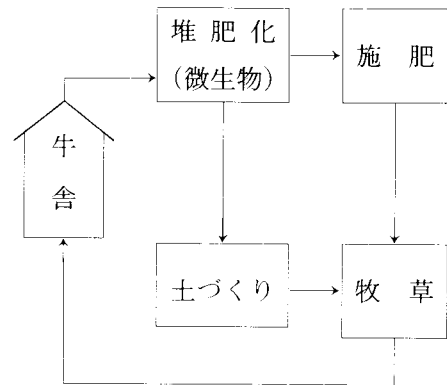
では、堆肥化されない未熟堆肥では、どのような問題があるのでしょうか。

未熟堆肥を散布すると撒きムラができマニユアスプレッダーにからみついたりします。

また、春先にこのような堆肥が散布されると収穫の際にサイレージに混入し不良発酵が起り、嗜好性の低下につながります。さらに多量の炭酸ガスやアンモニア、硝酸などが土壤中に生成され、牧草の生育に対して悪影響を及ぼす可能性があります。

その他、堆肥に混入している雑草種子が草地雑草の発生につながることも考えられます。

このように未熟堆肥は牧草の生育、乳牛の健康に様々な悪影響を与えることが予測されます。経営発展のためにも堆肥化に取り組み、土・草・牛を堆肥でしっかりつなぐことが大切です



① 堆肥化の条件

堆肥の発酵は主に空気のある状態で活発に微生物が増殖する好気性発酵です。好気性菌は空気中や畜舎、糞尿に存在しているため、特に好気性菌を堆肥に混入させる必要はありません。

これら微生物が堆肥中で活動、繁殖するためには、栄養、水分、空気、温度などの条件が満たされていることが必要です。

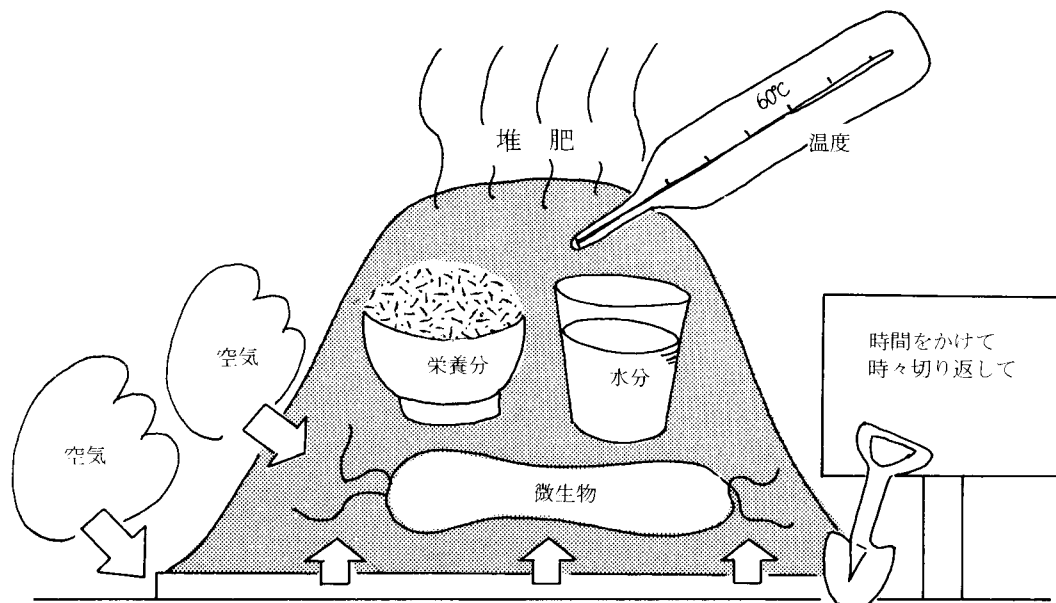


図1 堆肥化の条件

ア、微生物の栄養とC/N比

糞尿には乳牛の体内で分解されなかった未消化の有機物が含まれているため微生物の活動に必要な栄養は豊富です。しかし、栄養源である糞中の有機物には、比較的微生物が分解できるものと、分解しにくいものがあります。

微生物が有機物を分解すると多くの熱を発生させ堆肥の温度が上昇します。この発酵の過程で糞に含まれている有機物中の窒素（有機態窒素）が微生物に分解されて化学肥料と同じ無機態窒素に変化します。この現象は土壤中でたえず行われ地力窒素と呼ばれています。

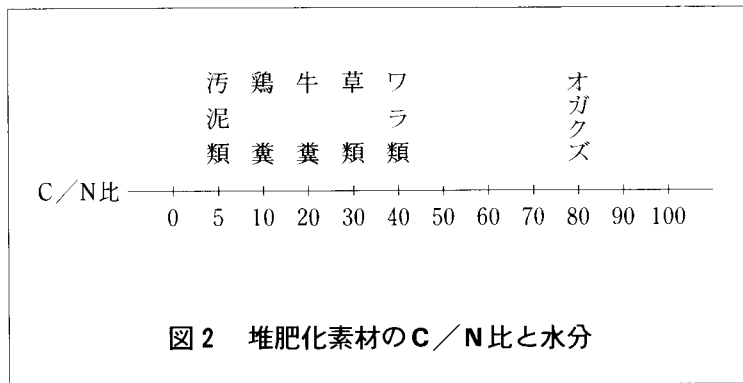
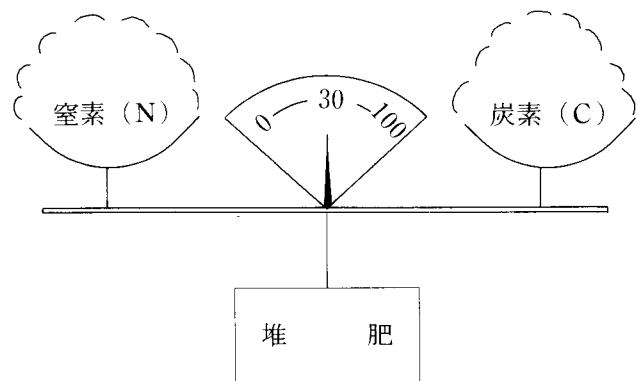
しかし、このような窒素の変化が土壤中や堆肥中で行われるためには、微生物が活動しやすい環境と同時に、微生物のエサとなる有機物の質が大切です。このエサの質は、窒素（N）と炭素（C）のバランス（C/N比）で決まります。

炭素（C）とは牧草の有機物（セニイ）を構成する物質です。また、窒素は生命のエネルギー源（タンパク）です。

発酵のはじめは、微生物が窒素をエネルギー源にして有機物（C）を体内で分解し、タンパクに変化させて活動を盛んにします。

植物では微生物のような有機物を分解してタンパクを作る作用はありません。そのため土壌微生物が生産した窒素や堆肥に含まれている窒素、化学肥料の窒素などを吸収して生育します。

※C/N比はバランスが大切です。



（マメ科植物は根に寄生する根粒バクテリアの働きで空中窒素を固定して利用することができます。）

微生物が繁殖しやすい炭素と窒素の比率（C/N比）は30程度とされています。（図2）

具体的には牛糞のC/N比は18程度です。堆肥化するときには、これにオガクズ、ワラなどを混ぜてC/N

N比を30程度にします。

その後、切返し作業を行ない発酵を促します。土壌中のC/N比と同程度の10くらいになった堆肥が理想的です。牛糞に混ぜるオガクズなどの量が多いと発酵条件は良くなりますが、C/N比を高め分解が遅くなります。

また、このような堆肥を未熟のまま圃場に施用すると、微生物が土壌中の窒素を利用して堆肥中の炭素を分解しようとするため、土壌中の窒素が減少して、いわゆる窒素飢餓の状態になり牧草の生育に影響を与えます。

ミミズの習性を利用した堆肥の腐熟度テスト

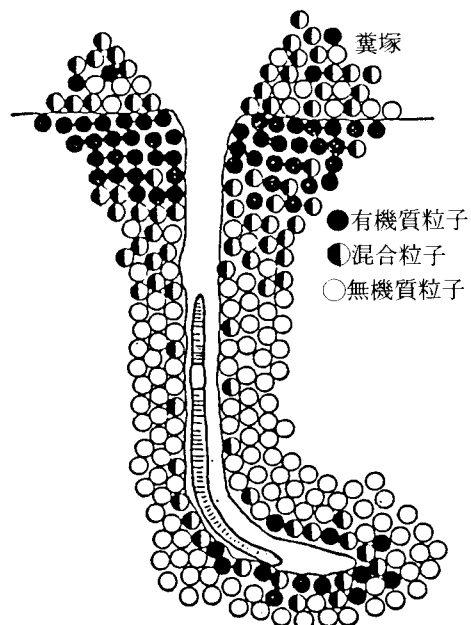
ミミズは土壌をかくはんして微生物に快適な住みかを与えます。

進化論で有名なダーウィンは、土壌の表面に積み上げられたミミズの糞塚を調査したところ、10a 当り年間5 トン生産しているという驚くべき量であったと報告しています。

テストは、まず堆肥とミミズ数匹を容器に入れて、容器を暗くしたり1～2時間後再び明るくしたりします。

未熟堆肥の場合はミミズが除々に元気を失って、まったく運動しなくなり胴体が白味を帯びたり、暗黒色に変化します。また、場合によっては、ミミズが部分的に溶け始めたりします。

これとは反対に腐熟した堆肥ではミミズは極めて元気で、容器が明るい時は堆肥中にもぐり、暗いと表面をはいまわる行動がみられます。



ミミズによる土壌の反転作用
(北隆館「土壌動物」より)

イ. 適度な水分

発酵に必要な水分は60%程度とされています。40%以下では微生物の活動が抑制されます。牛舎から搬出された堆肥は水分80%以上含んでいます。

水分を低下させなくては良好な発酵が得られません。

堆肥中の水分を低下させるためには、乾燥した敷料を十分混ぜ、切返しによって発酵を促進させ水分を蒸発させる方法があります。

堆肥を切返しせず屋外にただ積んでおくだけでは適水分の60%程度までに24ヶ月もの期間が必要です。

表6 堆積期間中の成分(水分)変化

堆積期間 (月)	水分 (%)	乾物中 (%)		
		P2O5	K2O	
～6	82	2.54	1.41	2.54
6～12	75	2.02	1.31	1.43
12～24	71	1.52	1.25	0.94
24～	63	1.49	1.20	0.56

(ウンコプロジェクト資料より引用)

ウ、温度の確保

畜舎から搬出される糞は低温のため、まず低温で活動する微生物が有機物の分解を進め、その後温度の上昇にともなって繁殖する微生物数が増加します。

微生物が繁殖しやすい温度を確保するために堆肥の堆積の高さをある程度高くしたり、厚くしたりします。

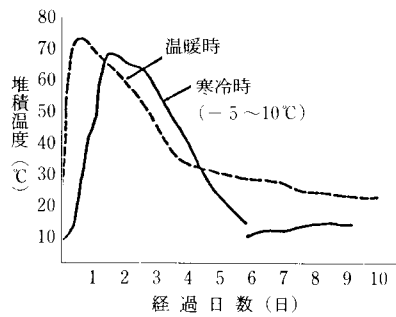


図3 环境温度が異なる場合の堆積温度経過

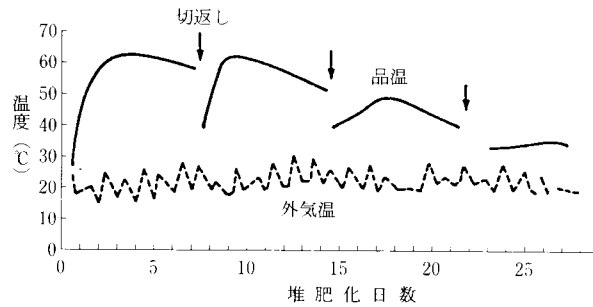


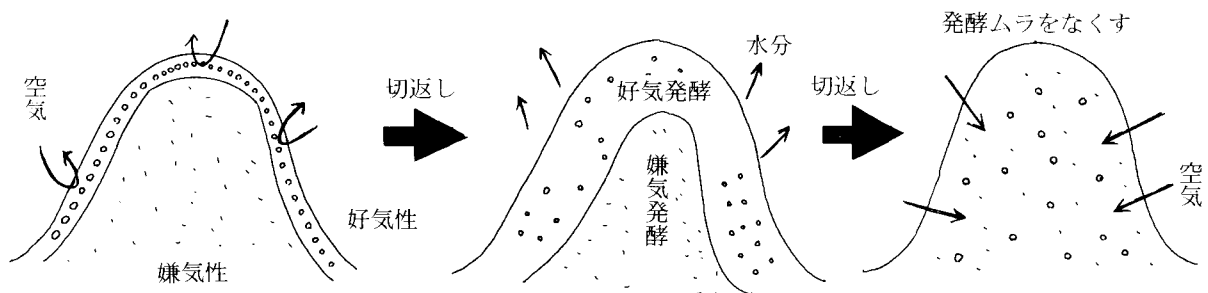
図4 牛糞の堆肥化過程における温度変化 (原田、1985)

(堆肥化設計マニュアルより)

エ、大量の空気 (酸素)

堆肥化の主役を果たしている微生物は、大量の酸素を必要とする好気性微生物です。従って堆肥は空気が通りやすいように水分を調整し、かくはん、切返し、あるいは強制通気などによって空気を供給することが大切です。

堆肥化に必要な空気量は発酵に必要な量だけではなく、発酵熱で発生した水分を空気中に飛ばすための量も必要です。



オ、微生物

糞尿の堆肥化は自然に存在している好気性微生物を利用するところに特徴があります。もし、発酵や温度の上昇が悪いような場合は腐熟堆肥を混合します。このようにすると発酵を早めることができます。

堆肥化の課程では種類の異なる多くの微生物が一定の法則で段階的に増殖しては減少する過程を繰返して糞中の有機物を分解します。

(2) 分解の過程

○第1期 糖分解期

糞尿に含まれるタンパク質、アミノ酸、糖質などの物質が分解される時期です。

○第2期 セルロース分解期

セルロースは、高温・好気性の放線菌などによって分解されます。この時期は酸素も消費され、酸素不足になると、嫌気性のヘミセルロース分解菌も活動します。このように好気性と嫌気性の分解菌が分担し合ってセンイの分解に貢献します。

○第3期 リグニン分解期

リグニン分解は主として担子菌（キノコ菌）によってなされます。また、他の微生物が生育しやすい環境になっているため多くの微生物が活動します。更にミミズがみられるようになります。このように、繁殖する微生物の世代交代と変換現象が起こる時期です。

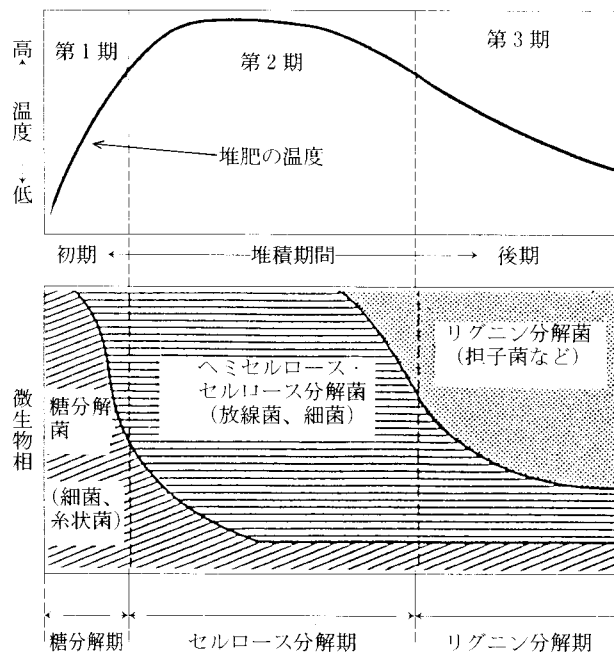
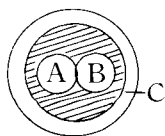


図5 堆肥化過程の微生物変化

糞のセンイ構造と分解

糞中の糖やアミノ酸は細菌や糸状菌によって簡単に分解される物質です。しかし糞を形づくるセルロース、リグニンは互いに結合する分解しにくい物質です。まず分解菌の働きで、セルロース、ヘミセルロースとリグニンの結合がなくなりリグニンは遊離します。リグニンはキノコ菌によって分解されますが、単独では存在できないため、微生物が死滅した菌体タンパク質と結合して黒褐色の腐植物質になります。



	<微生物>	<腐植物質の土壤効果>
A. ヘミセルロース	細菌、糸状菌	1、黒色土壌 2、地温を上げる 3、保水性を高める 4、通気性を高める 5、土壌微生物の繁殖
B. セルロース		
C. リグニン	担子菌 (キノコ菌)	

3. 堆きゅう肥投入の効果

堆きゅう肥の有効活用は、経営上重要な取組みです。しかし、堆きゅう肥の堆肥化や施用方法が十分理解されていなければ有効活用を図ることはできません。

一般的に堆きゅう肥の散布作業は晩秋や春に行われていますが、この時期に施用された堆きゅう肥がどの程度牧草の生育に効果があり、化学肥料をどの程度減肥できるかなどは具体的ではありません。そこで施肥効果の高い時期や施用方法を明確にして草地管理に利用することができれば、牧草の収量性や経済性を高めることとなります。ここでは有効な施用方法とその効果について示します。

(1) 堆肥

① 連年施用効果

ア 減肥の可能性

堆肥を年1度または春、秋の2度施用した草地はいずれも堆肥1tあたり1年目1kg、2年目0.5kg、3年目0.3kgの窒素を減肥することが可能です。通常春肥2：追肥1の割合で施肥を行っている場合、堆肥からの窒素が多く吸収されるためその分の肥料分を減肥できます。しかし、堆肥の肥料成分がどの程度牧草に吸収されるかは、堆肥の分量や腐熟度により異なります。

表7 堆肥施用量(t/10a)

	1 区	2 区	3 区
春	0	2	4
秋	0	2	4
年 間	0	4	8

未熟堆肥は施用後急激に分解が進み、肥料やけや硝酸態窒素含量の増加等により牧草の嗜好性が低下する可能性があります。さらに、固まりとなって散布されることもあり、牧草収穫時の混入も考えられます。そこで、腐熟化の取り組みと未熟堆肥は秋に散布しパスターハローやタイヤハローで散布ムラをなくすなどの草地管理が必要です。

イ 施用時期

牧草収量は有穂茎数が多いほど増加します。特に、1番草収量は幼穂形成期（5月中旬）までの窒素吸収量で決まります。

そのため早春施肥はできるだけ早く行い、5月中旬までに牧草が肥料成分を吸収できるようにします。これは堆肥も同様で、秋に施用した堆肥成分が牧草の株や根に貯蔵され春の幼穂形成期に利用されて1番草の収量に貢献します。春に施用された場合は2番草で高い効果を示します（図6）。

また、堆肥の秋施用は堆肥養分が翌春1番草の有穂茎数の基になる分けつ本数を増加させ、また冬枯

れを防ぐなどの重要な働きをする肥料分となります。これらのことから、越冬前の牧草の貯蔵養分の強化を図る堆肥散布は、遅くとも10月下旬までに施用することが望まれます。

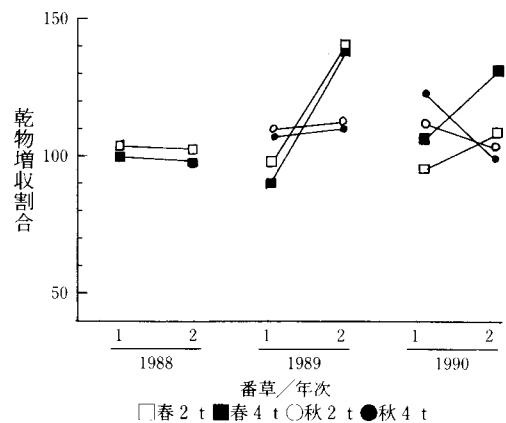


図6 混播草地に堆肥を連年施用した場合の乾物増収割合

② すき込み効果

表面施用したときと同じく、堆肥 1 t あたり 1 年目 1 kg、2 年目 0.5kg、3 年目 0.3kg の窒素を減肥することが可能です。混播草地の場合マメ科の窒素固定により、チモシーに窒素が供給されます。また、牧草根の成長に伴い堆肥成分が吸収され、化学肥料の窒素成分 4 kg と同等の収量が堆肥 8 t で得られその効果は 3 年間持続するものと思われま (表 8)。

しかし、更新時にすき込んだ堆肥の分解は、土壌水分、気温、堆肥の腐熟度、土壌微生物の影響、牧草根と堆肥の距離等様々な要因によって堆肥の成分吸収速度が異なります。したがって安定した収量を得るためには、更新後 2 年目以降 10 a あたり窒素成分 2 kg 以上の施肥が必要です。

また、更新時のすき込み、表面施用共に 3 年間で堆肥 1 t あたり約 1.8kg の窒素が牧草に吸収されています。堆肥中の 36% の窒素が牧草に吸収され、64% の窒素は空気中への揮散、土壌への蓄積または流亡などが考えられます。

すき込んだ堆肥の効果は数年間維持され土壌肥沃度を高め、特に施用量 4 t と 8 t では 8 t の方が 4 年間化学肥料の窒素成分 0 kg でも収量の低下がありませんでした。このように堆肥の多量施用は安定して収量を維持することができます。しかし、4 t 以上の一時的な多量施用は牧草中のミネラルバランスやマメ科草の生育を抑制する恐れがあります。また、牧草の植生 (イネ科、マメ科、雑草、裸地の割合) 変化を早めることにつながります。できるだけすき込み量は 4 t 程度として、その後 2 t 程度秋、春に連年施用することが望ましいです。

表 8 混播草地における乾物収量の推移

試験処理		厚層黒色火山性土			
堆肥	N 施肥量	1988	1989	1990	1991
0 t	4 kg	(840)	(1167)	(1227)	(1173)
	0	104	92	90	92
4	2	97	98	100	89
	4	107	102	104	98
	6	108	108	115	98
	0	102	100	99	101
8	2	105	103	100	108
	4	105	108	104	107
	6	110	105	106	112

() は実数 kg/10a、他は () 内の数を 100 とした場合の指数。

③ 減肥の具体的方法

自給肥料と化学肥料とを単年度併用して利用する場合の減肥可能量 (表 9)、および連年施用した場合の減肥可能量 (表 10) は次のとおりです。

表 9 自給肥料現物 1 t あたりの減肥可能量

	窒素	りん酸	カリ
堆肥	1.5	1.0	3.0kg
スラリー	2.0	0.5	4.0
原尿	5.0	0	11.0

表 10 堆肥を連年施用した場合の窒素減肥可能量 (現物堆肥 1 t あたり kg)

	1 年目	2 年目	3 年目
窒素減肥可能量	1.0	0.5	0.3
		1.0	0.5
			1.0
窒素減肥可能量	1.0	1.5	1.8

例えば、比較的草地が新しくクローバの多い草地、あるいは維持管理が良くクローバが残っている草地 (植生タイプ 2 の草地) では右のような考え方ができます。

このことから、化学肥料 (採草 2 号) 50kg で済みます。

また、表 10 から堆肥連年施用した場合 3 年目で最大 1.8kg の窒素減肥も可能です。

	窒素	りん酸	カリ	
施用量の目安	6	10	22	kg/10a
堆肥 2 t 施用	3	2	6	
不足成分量	3	8	16	
採草 2 号 (8-14-30) 50kg	4	7	15	
過不足量	+1	-1	-1	

(2) スラリー

① スラリーの効率的な利用方法

スラリーの施用は収穫作業上から、春または秋の限られた時期に行われています。しかし、施用されたスラリー成分が有効に牧草に吸収され、収量に貢献する時期や量を具体的に把握し的確に施用することができれば、増収効果はもちろん減肥などの経済効果も高いものと思われま

ア 施用時期

4年目のチモシー草地に、前年9月上旬から7月中旬までの6時期にスラリー4t/10aを施用した試験結果(図7)から、次のようなことが考えられます。牧草収量は9月上旬、10月下旬が化学肥料とほぼ等しく、次いで5月下旬、次に12月上旬、5月下旬は著しく低収でした。これは12月中旬では土壤凍結が始まった時期で、スラリー養分が流亡等で牧草に吸収されず肥効率が低下するためです。したがって、秋のスラリー施用適期は土壤凍結前で、しかも牧草の茎葉や根の生育が活発な9月上旬から10月下旬の2カ月間が適しています。

次に、5月下旬施用が低収であったのは、1番草収量をも高める施肥時期としては遅すぎたためです。1番草の収量をも高めるには、5月中旬の幼穂形成期の前までに窒素を十分供給して出穂茎数を確保することが重要です(図8・9)。5月下旬はこの幼穂形成期に当たるため、この時期にスラリーを施用しても出穂茎数の増加に結びつかないものと思われま

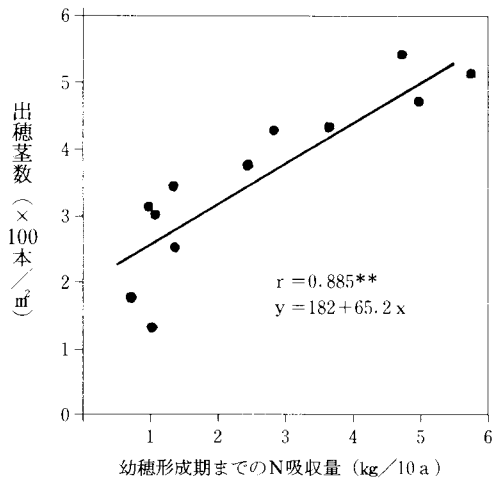


図8 1番草収穫時の出穂茎数と幼穂形成期までの牧草(チモシー)のN吸収量との関係

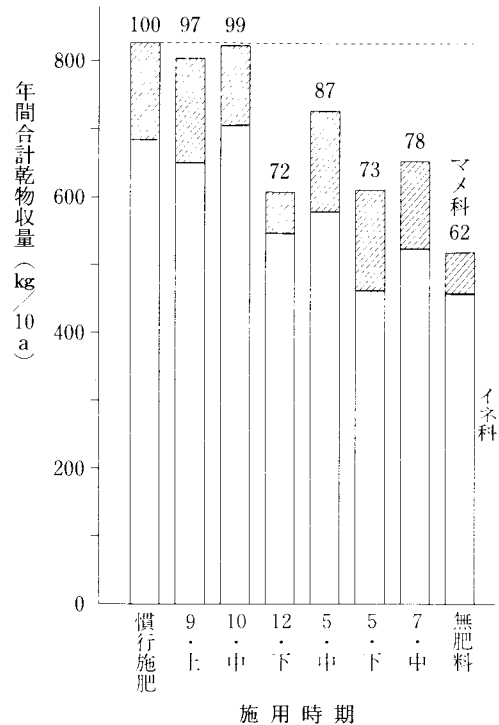


図7 液状きゅう肥の施用時期別効果

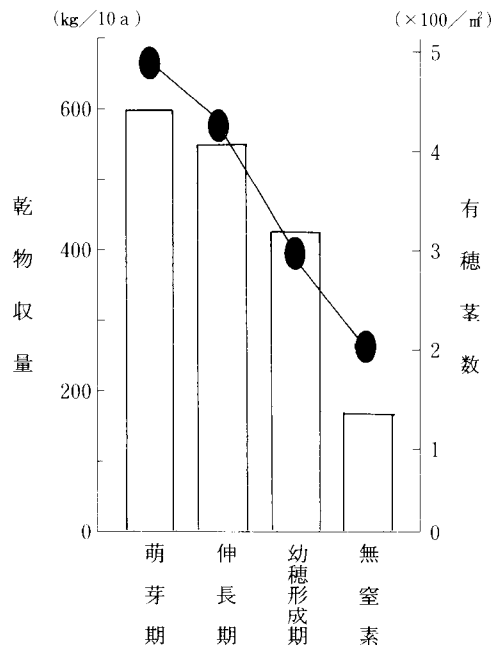


図9 早春の施肥時期が1番草収量、有穂茎数に及ぼす影響

イ 施用量

チモシー主体草地では、年間4～6 t/10 aを半量ずつ秋（10月下旬まで）と春（5月中旬まで）に分施した方が高収量となります。これは図10で明らかのように、1度に多量に施用するより半量ずつ分施した方がスラリーの養分吸収が良くその結果牧草収量が高まります。

また、チモシーは窒素吸収量に比例して収量が高まる傾向にあります。したがって、年間4～6 t/10 aの場合秋と春に半量ずつ2回に分けて施用することが、化学肥料（70kg）と同等かそれ以上の収量を得ることができると考えられます。

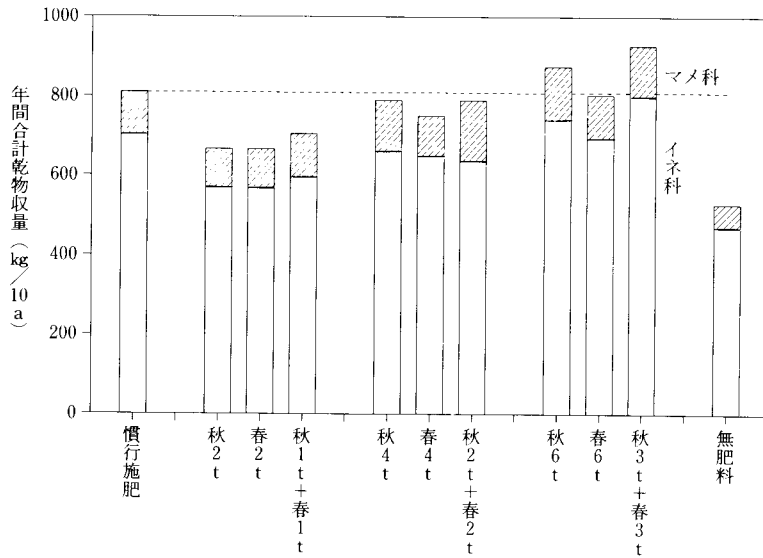


図10 液状きゅう肥の施用量、施用回数と年間乾物収量の関係

ウ 連年連用効果

スラリーを秋と春に半量ずつ分けて施用することは、牧草の窒素吸収量を増加させ牧草収量を高めるなど高い効果があります。これについては図11に示すとおり、毎年2 t/10 a以下では収量が低下します。4 t以上では施用時期が秋、春いずれでも収量の変化はわずかで経年変化に伴って増加傾向にあります。

しかし、このような施用方法を毎年くり返すことが、牧草の品質や土壌成分に対する影響が懸念されます。図12から牧草中の窒素、りん酸、カリなどの各成分の吸収は秋よりも春のほうが高い傾向です。特にカリは春、秋ともにスラリー施用量に比例して増えています。反面カルシウム、マグネシウムが低い傾向です。これは連年施用により土壌中に窒素、カリの蓄積、りん酸、カルシウム、マグネシウムの低下などが見られることから、春1回の4～6 t/10 aの多量施用は牧草中のミネラルバランスを悪化させる可能性があります。したがって、秋と春に半量ずつ2回に分けて施用することが、収量や品質等の点からも望ましい方法です。

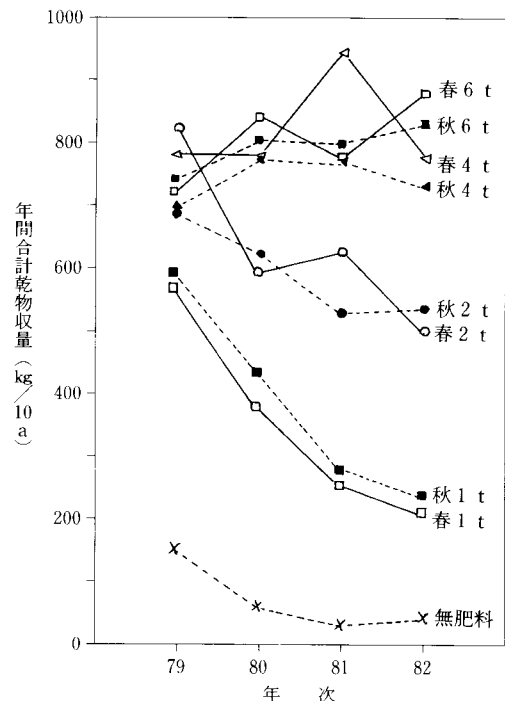


図11 牧草収量の経年変化

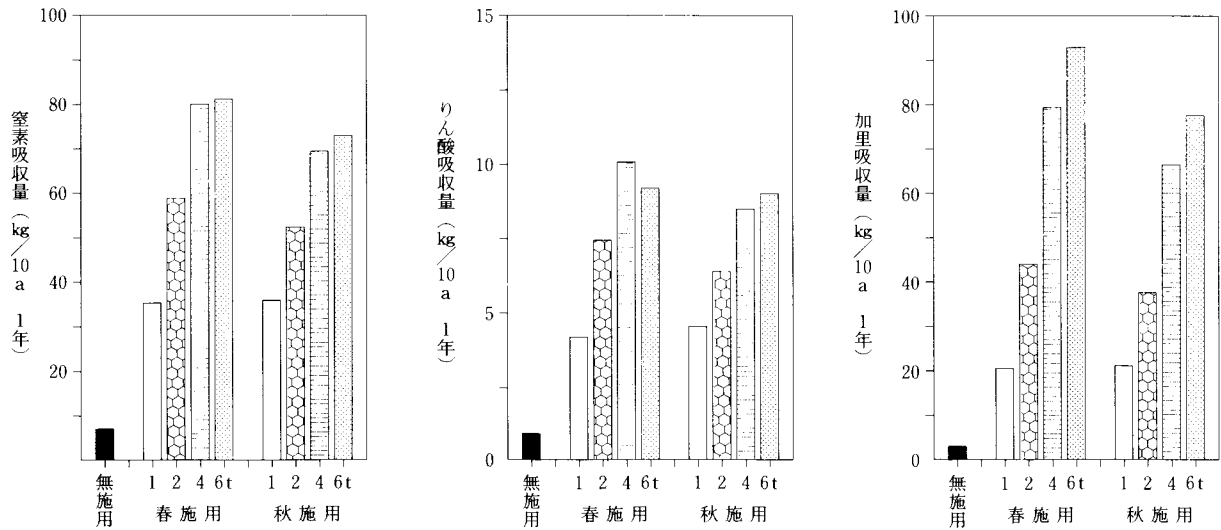


図12 4年間合計養分吸収量

② スラリー施用による減肥の可能性

スラリーを年間4～6 t/10a施用すると、化学肥料を使用しなくても乾物800kg（生草4 t）程度の牧草収量を生産できることが明らかになっています。このことは、スラリーを秋、春に2 tずつ施用して化学肥料を併用した効果（図-13・14）からもわかります。

スラリーの効果は秋施用ほど効果が高く、しかも1番草では20kg、2番草では15kgの化学肥料の追加で慣行施肥と同等になります。

これは秋のスラリー成分ほどチモシーによく吸収され、イネ科の生育を旺盛にするものと考えられます。したがって、スラリーを前年秋（10月下旬まで）に2 t施用し、春（5月中旬まで）に2 t、化成肥料20kg、追肥15kgの施肥を行えば慣行施肥70kg（基肥40kg、追肥30kg）以上の収量を得ることができます。しかも、牧草中のミネラルバランスや品質に問題はなく、効率的なスラリーと化学肥料の使い方と考えられます。

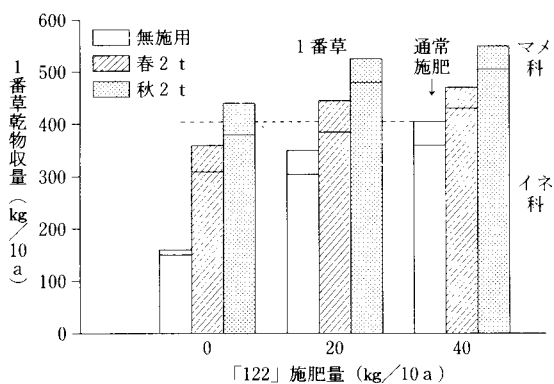


図13 液状きゅう肥施用草地における早春の減肥可能量

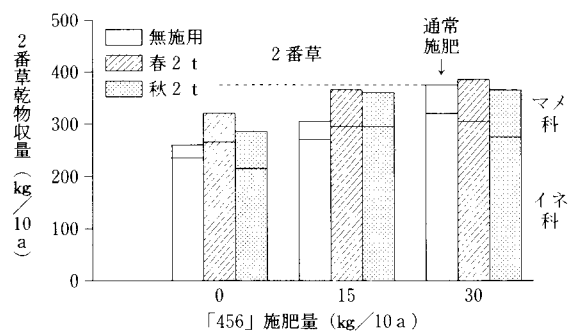


図14 液状きゅう肥施用草地における1番草刈取り後の減肥可能量