

堆きゅう肥の施用を中心とした サイレージ用トウモロコシの施肥法

青森県畜産試験場 草地飼料部

研究管理員

廣田千秋

現行のサイレージ用トウモロコシ（以下、トウモロコシ）の栽培では、生産性向上の面から堆きゅう肥の施用が不可欠な条件とされている。しかし、酪農地帯では全般に堆きゅう肥を多量運用することが多く、土壌養分の過剰や不均衡に起因するトウモロコシの生育不良及び品質低下を招く事態もみられている。

堆きゅう肥の多量施用は限られた耕地内で家畜ふん尿を処理するために行なっていることが多いが、原則的には堆きゅう肥はあくまで生産用資材として作物に利用される範囲で施用すべきものと考える。また、併用する化学肥料は堆きゅう肥からの肥料養分供給量を考慮して調整することが合理的な施肥のあり方といえる。このような観点から、本稿ではトウモロコシを安定的に生産するまでの、堆きゅう肥の施用法及び化学肥料の併用法について述べてみる。

1 堆きゅう肥の適正な施用

堆きゅう肥の施用効果には肥料養分の供給、土壤物理性の改善及び土壤微生物相の改善などが挙

げられ、トウモロコシ栽培では連作障害防止の上でも効果があることが知られている。しかし、必要以上の堆きゅう肥の施用は逆にマイナス要因となるので、增收が期待できる範囲内で施用量を設定することが基本的には必要である。

1) 堆きゅう肥の腐熟度

青森県の主要畜産地帯において生産される堆きゅう肥53点の腐熟度について調査したところ、黒褐色を呈し材料の原形を多少とどめている熟～完熟状態のものはわずか8点にしか過ぎず、大部分が未熟～中熟状態のものであった。一般的には堆きゅう肥は腐熟させて施用することがよいとされているが、生産現場では必ずしも腐熟堆きゅう肥が施用されていない実態にある。

このような未熟堆きゅう肥の施用がトウモロコシの収量及び土壌養分に及ぼす影響を明らかにするため、腐熟度の異なる堆きゅう肥を供試して検討した。図1に堆きゅう肥の腐熟度と収量の関係を示した。中熟以上の堆きゅう肥の施用は未熟堆きゅう肥にくらべ、2～16%の增收を示し、収量向上のためにはある程度堆きゅう肥を腐熟させた方

牧草と園芸・平成5年(1993年)2月号 目次

第41巻第2号(通巻480号)



倒伏に極強の
ニューデント新品种
ニューデント95日
(L G2409)

□府県向F ₁ トウモロコシ・スノーデント新品種の紹介	表②
■堆きゅう肥の施用を中心とした サイレージ用トウモロコシの施肥法	廣田 千秋… 1
□北海道向きサイレージ用F ₁ トウモロコシ・ ニューデント系について	藤井 江治… 6
□スノーデント系トウモロコシの品種特性と使い分け	細田 尚次… 11
□サイレージ用乳酸菌の改良一開発速報一	三浦 俊治… 15
□〈府県向〉春播き景観作物栽培のポイント	薄 巍… 19
□北海道向F ₁ トウモロコシ・ニューデント新品種の紹介	表③
□スノーラクトLの開発は実規模での試験調査も重視	表④

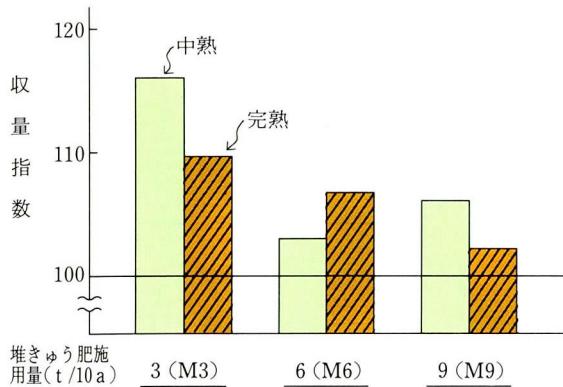


図1 未熟堆きゅう肥に対する中熟、完熟堆きゅう肥の施用効果(3か年平均値)(1992年、青森畜試)

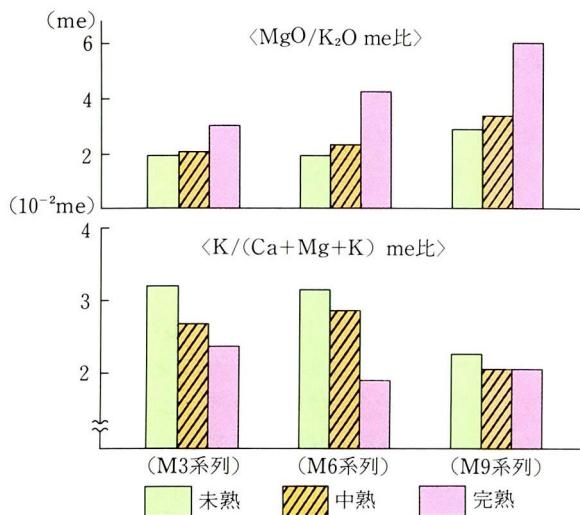


図2 堆きゅう肥の熟度と土壤ミネラル組成の関係
(3か年平均値)(1992年、青森畜試)

が有利なことが示された。また、堆きゅう肥の熟度による収量差は堆きゅう肥施用量が少ない条件下で大きく、いわゆる窒素飢餓の影響を強く受けることを示唆している。次に、土壤養分に及ぼす堆きゅう肥の腐熟度の影響についてみると図2のとおりである。腐熟度の進んだ堆きゅう肥を施用することにより、MgO/K₂O me 比が高まり、K/(Ca+Mg+K)me 比が低下する。したがって、腐熟堆きゅう肥の施用により土壤塩基間の不均衡化が緩和されることになる。これは腐熟過程中におけるカリ成分の流失が大きいことが原因している。表1に示したように、農家産の堆きゅう肥をみると、堆積期間が長くなるほどカリ成分だけが低下する傾向を示し、カリが他の成分よりも流失しやすいことがうかがわれる。

表1 堆積期間を異にする堆きゅう肥の成分組成(%)
(1988年、青森畜試)

成 分	堆 積 期 間		
	6か月未満 (n=11)	6~12か月 (n=26)	13か月以上 (n=4)
水 分	79.6±3.4	79.9±4.3	79.1±3.7
N	2.22±0.30	2.17±0.24	2.10±0.44
P ₂ O ₅	1.69±0.63	1.58±0.48	1.62±0.70
K ₂ O	2.07±1.06	1.86±0.79	1.48±0.39
CaO	2.05±0.71	2.12±0.84	2.53±1.61
MgO	0.90±0.46	0.81±0.41	1.06±0.93

注) 1. 稲わら主体と稲わら+他材料を対象とした。

2. 水分は原物中、その他の成分は乾物中の値。

これらのことから、トウモロコシの連作条件において、土壤のカリ集積を軽減し生産性を向上させるためには、堆きゅう肥はできるだけ腐熟化したものを使用することが有利となる。

2) 上限施用量

堆きゅう肥の施用による増収効果は連作年数を経るに伴い低下する。これは堆きゅう肥運用により、土壤養分、特に収量を高める効果の大きい窒素養分が富化されるためである。図3に窒素施用水準別の堆きゅう肥増施による増収曲線を示した。堆きゅう肥増施による増収率は堆きゅう肥約4 t/10a以下の範囲では直線的に伸びて大きいが、4 t/10aを越える水準では伸びが小さくなり、堆きゅう肥施用による増収効果には限界があることを示している。

最高収量は窒素10 kg/10 a以下の運用では堆きゅう肥施用量8 t/10 aで、窒素15 kg/10 aでは

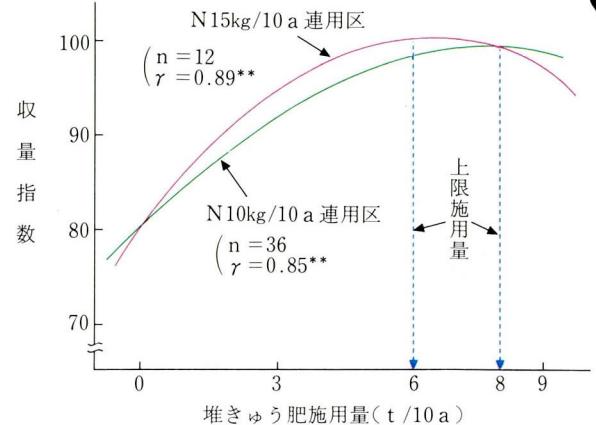


図3 堆きゅう肥増施による増収曲線(1989年、青森畜試)
注) n: データ数, r: 相関係数

6 t/10 a で得られ、窒素施用水準により差がみられる。したがって、堆きゅう肥は最高収量を得るためにの施用量、すなわち上限施用量を越えない範囲で設定する。この場合、上限施用量はこれまでの施肥内容を考慮し選択する。例えば、堆きゅう肥 8 t/10 a 以上の連用畠については、土壤養分が富化状態にあることから 6 t/10 a を適用する。このように土壤養分状態を考慮して堆きゅう肥施用量を設定することは堆きゅう肥の養分量を作物生産に効率的に結び付けることとなり、過剰施用による弊害を防ぐことになる。

2 堆きゅう肥施用量と化学肥料の組み合わせ

前述したように、トウモロコシ栽培では堆きゅう肥の施用が不可欠とされていることから、堆きゅう肥からの養分供給量に応じて併用する化学肥料量を調節することが肥料費の節減にもつながり合理的な方法である。

1) 窒素の施用

(1) 窒素施用量の適正な範囲

表2に窒素施用量別にみた発芽揃期の欠株数と栄養生长期の草丈を示した。欠株数は各堆きゅう肥施用水準とも窒素 15 kg/10 a 以上施用により高まり、栄養生长期の草丈も低くなる傾向を示している。これは窒素多肥による土壤の NH₄⁺濃度の増加が発芽障害や生育遅延を起こす原因となつたためと推察される。したがって、窒素施用量は 15 kg/10 a 以内に設定することが適当である。特に播種後に低温が続く北東北以北では、窒素多肥は避

表2 トウモロコシの欠株数及び栄養生长期の草丈
(本, cm) (1989年, 青森畜試)

堆きゅう肥 施用量(t/10a)	窒素施用量(kg/10a)				
	0	5	10	15	20
0	104 (4)	119 (4)	112 (4)	105 (6)	97 (8)
3	123 (3)	132 (4)	128 (4)	125 (7)	—
6	130 (3)	133 (2)	133 (5)	131 (6)	—
9	133 (4)	137 (5)	134 (4)	131 (8)	—

注) 1. 上段は草丈, ()内は60本中の欠株数。
2. 3か年平均値。

けることが安全である。

栄養生长期の草丈は堆きゅう肥施用量にかかわらず、いずれも窒素 5 kg/10 a の施用で最も高い値を示している。堆きゅう肥の多用条件でもこのような結果となったことは、窒素施用がトウモロコシの初期生育を促す効果が大きいためであろう。このことから、安定栽培を目指す上では最小限 5 kg/10 a の窒素施用が必要となる。したがって、窒素施用量は堆きゅう肥施用量に応じて 5~15 kg/10 a の範囲内で設定する。

(2) 窒素施用量の設定法

表3は窒素増施に伴う增收率を堆きゅう肥施用量別にみたものである。堆きゅう肥無施用では窒素施用により 16~23% の增收が得られているが、堆きゅう肥施用条件では 1~5% と增收率は小さくなる。また、最高収量は堆きゅう肥 3 t/10 a 以下では窒素 10 kg/10 a で、堆きゅう肥 6 t/10 a 以上では窒素 5 kg/10 a で得られており、窒素施用量は堆きゅう肥施用量に応じて設定することが効率的なことを示している。

堆きゅう肥の窒素代替量は図4, 5 に示した堆きゅう肥及び窒素それぞれの增收量から算出される。堆きゅう肥 1 t 当たりの增收量は 23 kg/10 a であるが、窒素 1 kg 当たりの增收量は 9.4 kg/10 a である。したがって、堆きゅう肥 1 t 当たりの增收量を確保するためには窒素 2.4 kg が必要となる。これが窒素代替量となるが、生産現場で窒素施用量を設定する場合には、堆きゅう肥による成分変動を考慮して、堆きゅう肥 1 t は窒素 2 kg/10 a とする方が安全であろう。

また、図5から堆きゅう肥 3 t/10 a 施用した場合の最高収量は窒素 14 kg/10 a で得られており、これを基に窒素施用量を設定することになる。例として、堆きゅう肥 5 t/10 a の場合の窒素施用量を求めてみる。堆きゅう肥施用量の差は 5 t から 3 t を

表3 窒素増施による增收率 (1989年, 青森畜試)

堆きゅう肥 施用量(t/10a)	窒素施用量(kg/10a)				
	0	5	10	15	20
0	100	121	123	116	116
3	100	103	105	105	—
6	100	102	101	103	—
9	100	103	103	100	—

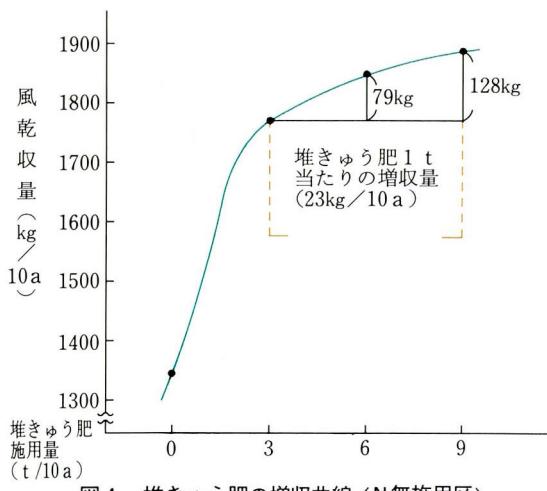


図4 堆きゅう肥の増収曲線（N無施用区）
(1989年, 青森畜試)

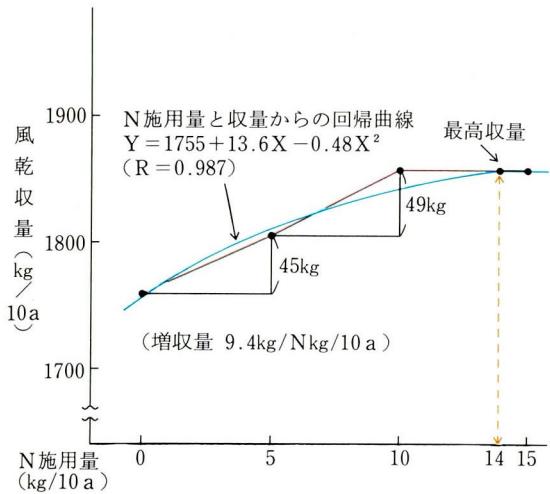


図5 堆きゅう肥3 t /10 a 施用時における
窒素の増施効果 (1989年, 青森畜試)

差し引き2 tであり、これに窒素代替量2 kgを乗じて4 kg/10 aの窒素量が省略できる。したがって、窒素施用量は14 kg/10 aから4 kg/10 aを差し引き10 kg/10 aとなる。このような方法により窒素量を設定することになるが、施用量の範囲は前述したように5~15 kg/10 aで調整することが条件となる。

2) リン酸の施用

リン酸は根の発育を良好にし、初期生育を促進させる効果がある。この効果を高める上では、使用するリン酸肥料は水溶性形態から成る肥料が適当である。リン酸の施用量は作付け初年目は土壤の有効リン酸含量が不足しがちであるため、15 kg/

10 aとする。これを越える施用量でも、特に収量及び品質面に悪影響を及ぼさないが、肥料費の節減という意味から過剰施用は避ける。また、連作条件では堆きゅう肥からのリン酸供給量が期待できることから5~10 kg/10 aが適量となる。なお、生産用資材としてのリン酸の施用効果を高める上から、土壤改良のためのリン酸資材は十分施用しておくことが大切である。ちなみに青森県では、リン酸質資材は土壤の有効態リン酸含量が5 mg/100 g以上となるように施用量を設定している。

3) カリの施用

(1) カリ施用効果

図6に連作条件における収量に及ぼすカリの施用効果を示した。堆きゅう肥無施用条件ではカリ5 kg, 10 kg/10 aの施用でそれぞれ平均24%, 28%の増収率を示すが、堆きゅう肥4 t/10 aの施用では3%, 4%と増収率は低くなっている。このことは堆きゅう肥4 t/10 a以上施用した場合には堆きゅう肥からのカリ供給量でトウモロコシの生育量が確保できることを示す。したがって、この場合にはカリ施肥は不要と判断される。トウモロコシ連作畠では土壤のカリ集積が大きいため、カリ無施用とする方が土壤塩基間の均衡を図る上でも好ましい結果につながると考えられる。

(2) カリ施肥必要性の判定

図7に示した収量と土壤カリ含量の関係から、収量を確保するための置換性カリ含量は土壤深度0~15 cmの部位において12 mg/100 g以上必要とすることを明らかにした。これがカリ施肥を判定

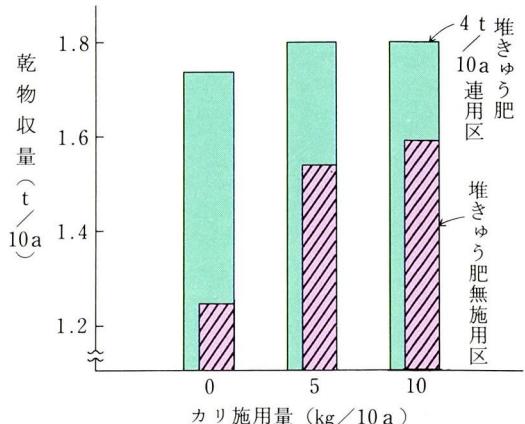


図6 収量に及ぼすカリの施用効果
(1985年, 青森畜試)

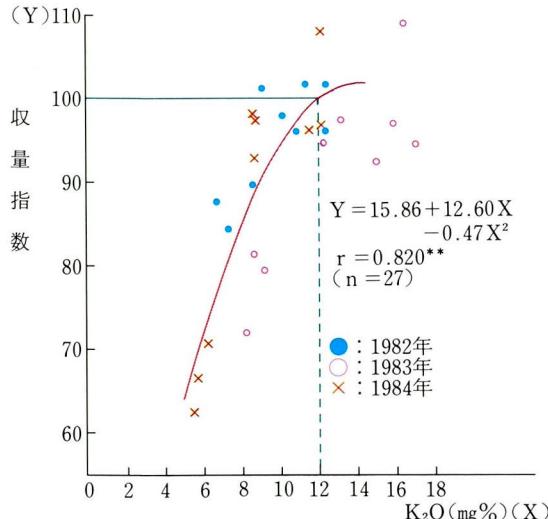


図7 堆きゅう肥無施用条件における収量と置換性カリ含量の関係
(1985年、青森畜試)

する指標となる。前項では堆きゅう肥4t/10a以上連用した場合ではカリ無施用としたが、置換性カリ含量の経年的推移をみると、カリ無施用条件とした4か年の連作でも常に12mg/100gの水準にあり、しかも横ばいで推移していることから、カリが収量の制限因子とならないことが確認されている。

他の塩基との関係から、カリ施肥の必要性を判定する指標に土壤のK/(Ca+Mg+K)me(カリ比)が挙げられる。収量とカリ比の関係を検討した結果から、この比が0.016以下がカリ不足、0.060以上がカリ過剰と区分した。これらの指標に基づいてカリ施肥の必要性を判定することになる。トウモロコシ連用畑ではカリ施肥の必要性が極めて少ないものと想定されるが、カリ不足と診断された場合には増収効果の大きい堆きゅう肥を増施することが得策である。また、化学肥料で対応する場合には5~10kg/10aのカリを施用する。

4) 土壤塩基バランスを図るための施肥

県内のトウモロコシ畑における土壤の養分状態を調査した結果では、MgO/K₂O me比及びカリ比はいずれも土壤38点のうち25点が苦土が欠乏しやすい状態やカリ過剰状態にあり、土壤塩基間のバランスを矯正することが必要な実態にある。

(1) 石灰の施用

石灰は通常、土壤酸性を改良する目的で施用されるが、トウモロコシの施肥ではカリとのバラン

表4 土壤ミネラル組成の改善効果 (1990年、青森畜試)

石灰の施用区分	年度	土壤カリ比(me)	乾物収量(指数)(kg/10a)	トウモロコシのK/(Ca+Mg)me比
石灰無施用	63	0.128	1,436(100)	—
	元	0.119	1,490(100)	2.01
石灰施用	63	0.057	1,503(105)	—
	元	0.051	1,638(110)	1.69

注) 土壤カリ比: K/(Ca+Mg+K)me

スをとる上で、その施用が必要となる。

石灰を施用し土壤塩基間のバランスを改善した効果を表4に示した。前述したカリ比を適正な範囲に改善することにより、収量は5~10%増収するとともにトウモロコシのミネラルバランスも改善されている。このように、カリ過剰土壤においては石灰の施用効果が大きいため、定期的に土壤塩基の状態を検定し、石灰施用の必要性を判定することが重要である。また、同時に堆きゅう肥及びカリ施用量を見直すことも考慮する必要がある。

(2) 苦土の施用

収量に及ぼす苦土の施用効果は土壤カリ濃度が高い場合に発現することが試験の結果から得られている。また、苦土の施用はトウモロコシ茎葉の苦土含有率を高め、ミネラルバランスを改善する効果もあることが認められている。

苦土施用は土壤のMgO/K₂O me比が2.0未満となった場合に行なうことが一応の目安となり、5kg/10aが施用量として適当である。しかし、苦土は土壤改良のためのリン酸質資材や石灰質資材に含まれていることもあり、これら資材から苦土が供給できる場合には特に苦土施肥の必要はないと考える。

以上述べたように、サイレージ用トウモロコシの施肥は堆きゅう肥が中心的な役割を果たすことから、堆きゅう肥は質及び量の両面において、適正化を図ることが必要である。特に有機物などを活用した環境保全型農業が推進される方向にあることから、畜産サイドでも堆きゅう肥などを効率的に粗飼料の低コスト安定生産に結び付けるための技術が今後とも重要となろう。

その意味から、本稿の内容が参考になれば幸甚と考える。