

# 黒ボク土における被覆尿素を用いた デントコーンの全量基肥栽培

東北大学農学部附属農場

助教授 三 枝 正 彦

近年、我国の畜産をめぐる情勢は、牛肉の自由化や国内における畜産物需要の伸びの鈍化等極めて厳しい状況にある。それゆえ、畜産経営の安定化を図るためには、消費者ニーズに対応した付加価値の高い畜産物を生産すると共に生産コストをより一層低減する必要がある。なかでも土地利用型農業である乳牛や肉牛を中心とした大家畜畜産経営では、牧草やデントコーン、ソルガム等の自給飼料生産の合理化による生産コストの低減が最も有効な方法と言える。

大型飼料作物であるデントコーンは、単位面積当りの乾物生産量が牧草の約1.5倍も大きく、またソルガムより耐酸性が強く酸性土壌の多い我国では適応範囲が広い、さらに高エネルギーで生産費が安い、品質の良いサイレージが得られる、牛の嗜好性が高い等の数多くの利点を有し、我国の飼料自給型畜産では“切札”的存在の作物である。しかしながら、近年の機械化一貫栽培では後述するように大型作物ゆえに追肥機械の車体の高

さの制限によって追肥時期が草丈1m以内の生育初期に限られることやこの時期が東北地方では梅雨期に当たっており、圃場が軟弱化し、機械追肥が極めて難しいという問題点がある。また、基肥窒素量を増施しようとしても、従来の速効性肥料である硫酸、尿素等では降水量が多く溶脱の激しい我国では施肥効率が極めて低いうえに、発芽時にアンモニアの濃度障害が問題となる。それゆえ、耐肥性の強いデントコーンの多収を行うには、化学肥料と共に堆厩肥の多用が常識化している。一般に厩舎に近い圃場では十分な堆厩肥が施用され、デントコーンの生育後期における窒素栄養の大部分は堆厩肥によるところが多いが、全圃場となると必ずしも十分な堆厩肥が確保されるとは限らない。また、極端な堆厩肥の多用は発芽の不揃いを引き起こすとともに、硝酸の蓄積や倒伏を招くことがある。これらの問題点を解決しデントコーンの省力安定多収栽培を行なうには肥効調節型被覆尿素による全量基肥栽培が最も有効な方法と思われる。本稿ではデントコーン栽培における施肥上の問題点と東北大学附属農場（厚層多腐植質非アロフェン質黒ボク土）における肥効調節型被覆尿素を用いた耕起・不耕起全量基肥栽培の

本稿は川渡農場報告(1989)、日本作物学会東北支部会報(1992)、日本草地学会誌(印刷中)に発表した論文をまとめたものである。

## 本 号 の 内 容

§ 黒ボク土における被覆尿素を用いた デントコーンの全量基肥栽培	1
	東北大学農学部附属農場 助教授 三 枝 正 彦
§ LPコート肥料を用いた 水稻の全量基肥不耕起直播栽培	7
	東北大学農学部附属農場 佐 藤 徳 雄

事例を紹介する。

供試デントコーン品種としてはパイオニア3352 (RM 118) を、被覆尿素としてはL P70を用いた。

### 1) デントコーンの生育特性と追肥時期前後の気象状況

図1には1988年度における標準栽培(硫酸で基肥窒素10 a 当り10kg, 追肥窒素5 kg施用)の草丈

(出穂後は穂先までを便宜的に含める), 乾物重, 窒素吸収量の推移を示した。

デントコーンの草丈は播種16日後の6月3日以降, 絹糸抽出期の8月17日まで直線的に増加し, 追肥機械の車高から機械追肥の限界と

考えられる草丈1 mには梅雨半ばの7月8日に達している。これに対して, 乾物重の増加は7月10日頃より

収穫期まではほぼ直線的に増加している。また, 植物体の窒素吸収量は乾物重の増加曲線よりやや早めに推移

している。図より機械追肥限界日(7月8日)の乾物重は収穫時(9月27日)の30分の1以下, 吸収窒素量は

収穫時の10分の1以下に過ぎない。それゆえ, 窒素肥沃度の低い土壌では従来の速効性肥料による機械

追肥体系ではデントコーンの後期窒素栄養を十分確保することが困難と思われる。また本農場における過去

21年間(1968—88)の気象を旬別に検討したところ, 追肥時期前後の6月中旬から7月中旬にかけては, ほぼ

2日に1日の割合で機械追肥に支障のある日降水量1 mm以上の日が出現している。また, 実際には降雨の

翌日も土壌が軟弱で, 機械追肥ができないことが多くこの時期の機械追肥は極めて困難といえる。

このような困難さを伴う機械追肥を省略し, かつデントコーンの生育後期の窒素栄養を確保するには被覆

窒素を用いた全量基肥栽培が有効と思われる。

図1 デントコーンの草丈, 乾物重, 窒素吸収量の推移 (1988年)

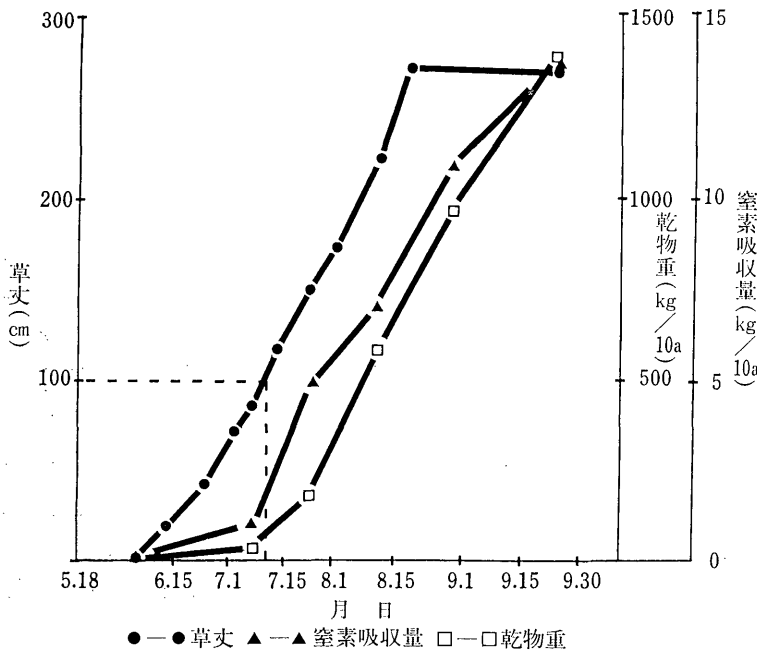


図2 積算地温および積算気温の25℃変換日数に対する被覆尿素L P70からの尿素的溶出率 (1988年)

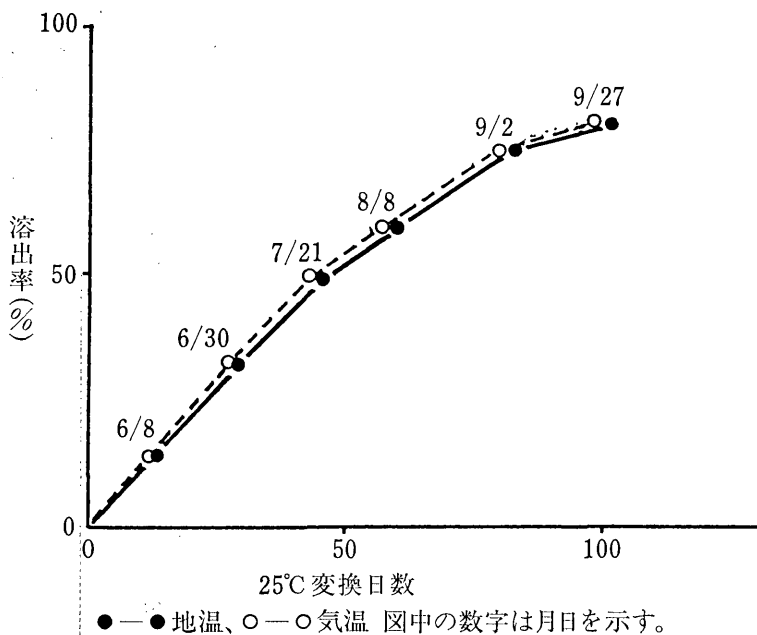


図2には1988年度における積算地温あるいは積算気温の25℃変換日数

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

に対するL P70からの尿素的溶出量

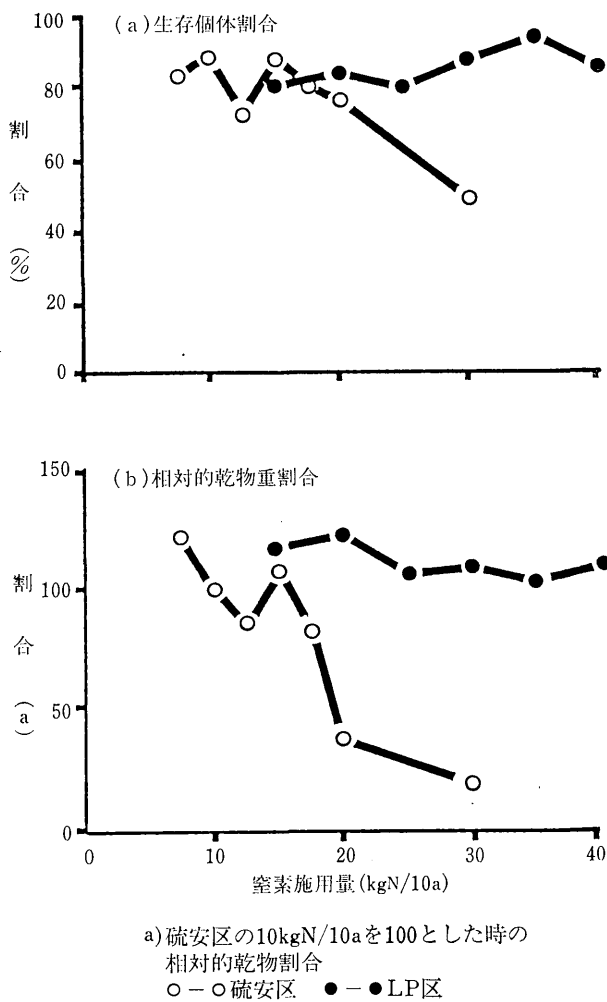
に対するL P70からの尿素的溶出量

を示した。これを見ると現行の機械追肥体系での追肥硫安の吸収が終了すると思われる7月21日までに被覆尿素の約50%が、また、7月21日以降収穫時までには約30%が溶出しており、被覆尿素LP70はデントコーンの生育中・後期の窒素栄養改善に大きく貢献できるものと思われる。また、LP70が80%溶出するのに要する25℃変換日数は地温で約100日、気温で96日と両者で4日の差が見られるものの、被覆尿素からの尿素的溶出量の推定は実用上、気温で十分代替される。

2) 基肥窒素施用量とデントコーンの初期生育

図3には施肥窒素の全量基肥栽培を想定し、速効性の硫安区と緩効性のLP区（被覆尿素LP70の他にスターターとして硫安を窒素成分で10a当

図3 基肥窒素施用量とデントコーンの生存個体割合および相対的乾物重割合

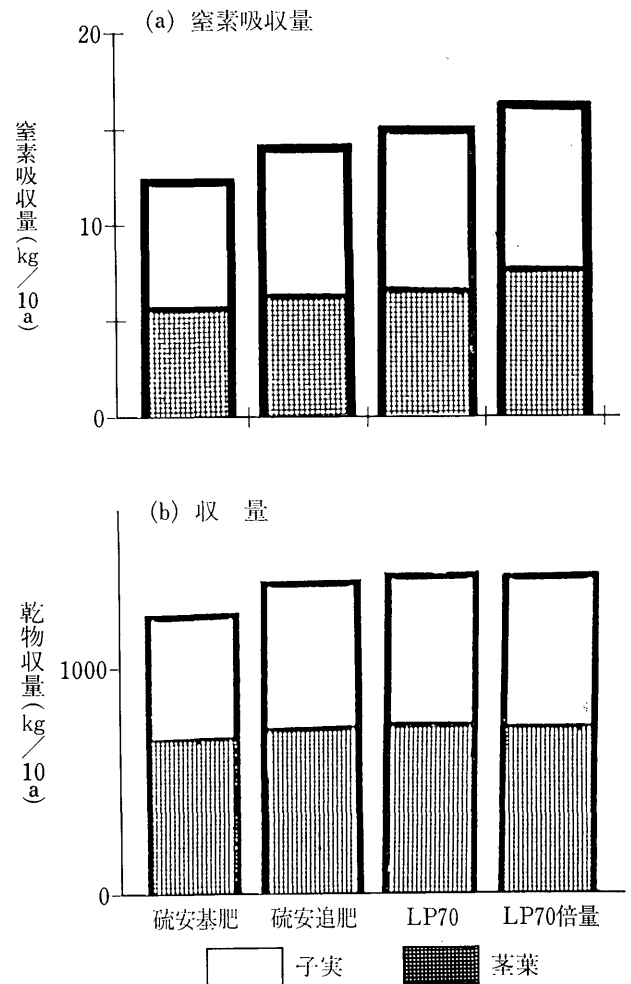


り5kg共通に含む)の窒素施用量とデントコーンの生存割合および硫安10kg区(東北地方の標準的基肥施用量)に対する相対的乾物重を示した。速効性の硫安区では12.5kg区辺りからアンモニア障害によると思われる生存個体割合、相対的乾物重の減少が見られ、20kg以上の区で明かなアンモニア障害と乾物重の著しい減少が見られた。これに対してLP区では15-40kgの全試験区で硫安10kg区より高い値を示し植物体も健全な生育を示した。このように被覆尿素を用いれば施肥窒素の全量基肥施用は可能であり、施肥量は生育後期の地力窒素の発現量を考慮して土壌タイプ毎に決める必要がある。

3) 被覆尿素を用いた全量肥栽培

図4には1988年度における肥効調節型被覆尿素を用いたデントコーンの全量基肥栽培の結果を乾

図4 施肥法とデントコーンの窒素吸収量および乾物収量 (1988年)



物収量と窒素吸収量で示した。処理区としては窒素の追肥ができなかった場合を想定した硫安基肥区（硫安を基肥に窒素として10kg/10a施用）、標準栽培である硫安追肥区（硫安を窒素として基肥に10kg、追肥に5kg施用）、LP70区（基肥にLP70および硫安をそれぞれ窒素として10kgおよび5kg施用）およびLP70倍量区（基肥にLP70および硫安をそれぞれ窒素として20kgおよび5kg施用）を設けた。播種密度は72×22cm（6313本/10a）とした。

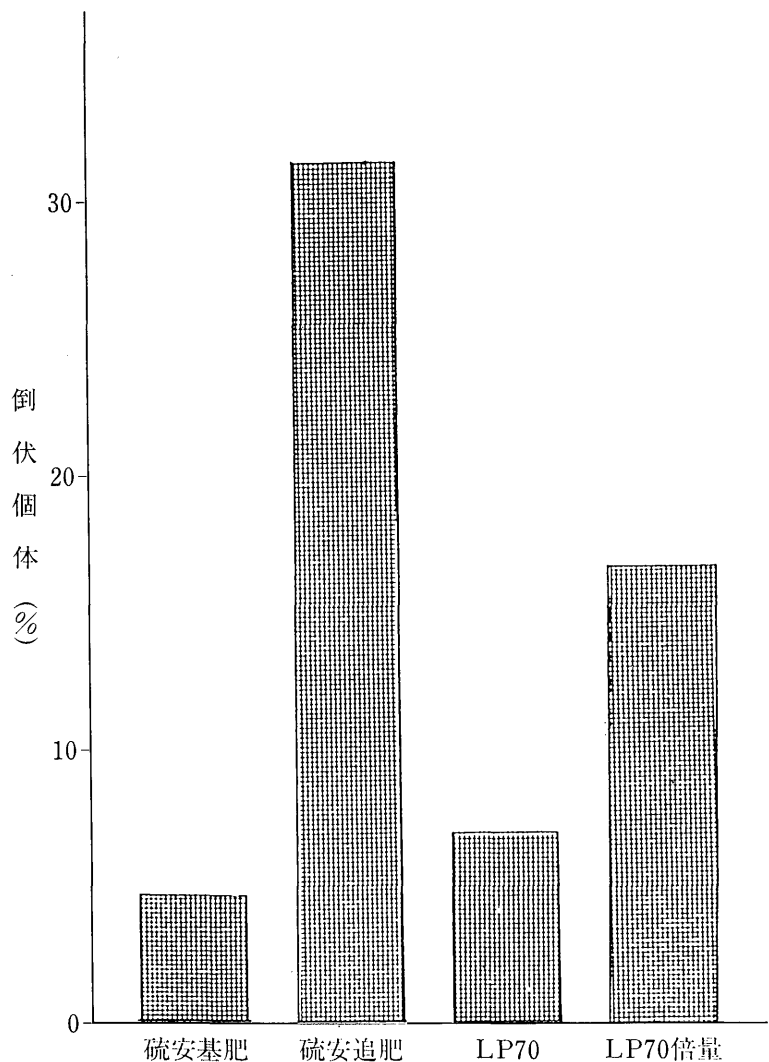
窒素吸収量を図4-aにみると硫安基肥区では10a当り13kgの吸収があり、この値を100とすると硫安追肥区で116、LP70区で123、LP70倍量区で133と各処理間で統計上、5%水準で有意な差が見られた。施肥量が同じであるのに、LP70区は硫安追肥区より窒素吸収量が多いのは、基肥として施用する硫安は硝酸化成し流亡しやすいのに対し、被覆尿素LP70は緩効性で利用率が高いためと思われる。事実、川渡黒ボク土におけるデントコーン栽培で、基肥硫安の利用率（30—44%）より基肥LP70の利用率（49—66%、溶出尿素に対しては56—78%）が高いことが報告されている（SHOJI et al (1991)）。

全乾物収量を図4-bに見ると基肥硫安区で10a当り1273kgであり、これを100とすると硫安追肥区で110、LP70区で113、LP70倍量区で112と、無追肥区に比べて10—13%の増収であった。一般に植物体の乾物収量と窒素吸収量との間には密接な関係が見られるが、1988年度は窒素吸収量が処理区で有意な差が見られたのに対し、硫安基肥区以外の3区の乾物収量には有意な差が認められなかった。この理由としては1988年度は日照が記録的に少なく、光合成産物の生産が十分でなかったことが上げられる。（事実、日照に恵まれた1987年度は無追肥区より追

肥区で約20%増収した。）また、全乾物重に占める子実重の割合は47—49%と高くサイレージ用として良質材料であったが何れの処理区間にも有意な差は認められなかった。

デントコーンの機械化一貫栽培では植物体の倒伏は極めて重要な問題であり、倒伏すると著しい収穫ロスを引き起こす。そこで各処理区の倒伏しやすさを現場での引き倒し法で調べたのが図5である。この方法による倒伏個体割合は窒素吸収量の最も少ない硫安基肥区で5%と少なく、逆に従来の標準栽培法である硫安追肥区では33%と最も高かった。これに対して、LP70区とLP70倍量区は窒素吸収量が多いにも拘らず、倒伏個体割合がそれぞれ7%、13%と低かった。また、測定さ

図5 引き倒し法によるデントコーンの倒伏個体割合 (1988年)



れた倒伏の種類としては雌穂周辺で折れる挫折型倒伏であった。

#### 4) 被覆尿素による不耕起全量基肥栽培

諸外国における不耕起栽培は水や風に対する土壌の浸食防止対策として開発されたが、多収を重要視する我国ではこれまで殆ど普及していない。しかしながら、地球的規模で関心を集める環境問題（我国は降水量が多く受食性の高い傾斜地や黒ボク土が多い）や安定した畜産経営のために、飼料生産費の軽減が急務である現状を考えると我国でも積極的に飼料作物の不耕起栽培を導入する必要がある。不耕起栽培には本来の浸食防止効果の他に、耕起労力の節約、地耐圧が大きく適期機械作業が可能等の多くの利点がある反面、土壌が堅密化する、幅5cm以内の狭い植え溝であることから従来の速効性肥料では肥料焼けが発生するといった大きな問題点があった。そのため、施肥は利用効率の悪い表面施肥や液肥の注入などに限られ、減収の大きな一因でもあった。幸い、我国の黒ボク土は膨軟であり、また前述の如く被覆尿素を用いれば肥料焼けを回避し得るので、除草体系が確立しているデントコーン栽培では多収を維持しつつ不耕起全量基肥栽培が可能と考え、以下の検討を行った。

処理区としては標準栽培としての耕起AS区

（硫安で窒素として基肥に10a当り10kg、追肥に5kg施用）、耕起LP区（LP70を窒素として10kg、硫安を5kg基肥に全量施用）、不耕起AS区（基肥に硫安を窒素として15kg施用）、不耕起LP区（基肥にLP70を窒素として10kg、硫安5kgを全量施用）を設けた。この他にカリは被覆加里70で成分として15kg、リン酸は過石でリン酸吸収係数の2%を共通に施用した。また、植え溝は幅5cm深さ5cmとし、3cmの間土、播種、2cmの覆

表1 デントコーンの初期生育状況と発芽率

(1991年5月28日 180個体調査)

	2葉以上	1葉展開	無展開	合計	発芽率
不耕起LP	148 (91.9)	10 (6.2)	3 (1.9)	161 (100)	89.4 (%)
不耕起AS	77 (54.2)	29 (20.4)	36 (25.4)	142 (100)	78.9
耕起LP	142 (88.2)	9 (5.6)	10 (6.2)	161 (100)	89.4
耕起AS	143 (91.7)	7 (4.5)	6 (3.8)	156 (100)	86.7

( )内は発芽した全個体を100とした場合の割合

土を行なった。栽培密度は72×18cm (7722本/10a)とし、除草剤は播種前にグリホサートの茎葉処理を、播種後にアトラジン-アラクロールの土壌処理をした。

表1には播種11日後のデントコーンの発芽率と生育状況を示した。速効性硫安を全量基肥施用し

表2 収穫時におけるサイレージ用デントコーンの形質

	草丈 (cm)	葉数 (枚)	雌穂高 (cm)	コーン長 (cm)	新鮮重 (ton/ha)			乾物重 (ton/ha)		
					全重	雌穂部	茎葉	全重	雌穂部	茎葉
1990										
不耕起LP区	281	19.8	98	17.1	6.07	2.19	3.88	2.07	1.21	0.86
不耕起AS区	284	19.6	100	13.5	5.24	1.76	3.47	1.68	0.93	0.75
耕起LP区	290	19.7	93	16.2	6.71	2.22	4.49	2.15	1.18	0.97
耕起AS区	281	19.6	92	15.2	5.88	2.05	3.84	1.94	1.09	0.85
1991										
不耕起LP区	252	19.7	94	16.4	5.63	1.97	3.76	1.64	0.71	0.93
不耕起AS区	249	19.6	87	11.8	4.20	1.37	2.83	1.14	0.54	0.59
耕起LP区	248	19.7	90	13.9	5.13	1.55	3.58	1.33	0.63	0.70
耕起AS区	246	19.7	87	14.2	5.03	1.61	3.42	1.42	0.66	0.76

た不耕起AS区では、硫安による肥料焼け（アンモニア障害）が観察され、標準栽培の耕起AS区より約1割低い発芽率と著しい初期生育の停滞が見られた。これに対して、緩効性の被覆尿素LP70を用いたLP区では耕起、不耕起栽培区とも標準栽培の耕起AS区とほぼ同程度（約90%）の高い発芽率と良好な初期生育を示した。

表2には1990、91年度におけるサイレージ用としてのデントコーンの収穫時における生育収量を示した。草丈、葉数、雌穂高は各処理区間で両年とも有意な差は見られず、また一定の傾向が認められなかった。これに対して、コーンの長さ、新鮮重、乾物重は発芽時に肥料焼け（アンモニア障害）の発生した不耕起AS区が他の3区より明らかに減少した。

デントコーンの収量を生重（新鮮重収量）で見ると、標準的栽培である耕起AS区の1990年は10a当り5.88トンであった。これを100とすると耕起LP区で114、不耕起LP区で103と被覆尿素を用いた区でやや増収したが、速効性の硫安を全量基肥施用した不耕起AS区では初期の肥料焼けの影響を受け、93.9と減収した。これに対して1991年の生重は天候不順（日照不足）のため、耕起AS区で5.03トンと前年より15%低かった。しかしながら前年と同様に耕起AS区に対し、被覆尿素区はやや増収したのに対し、不耕起AS区は15%

程減収した。

本試験は窒素肥沃度の比較的高い多腐植質黒ボク土で行われ、生育後期に土壌窒素の無機化が起こるため、被覆尿素の施用効果が希釈されているが腐植の少ない黒ボク土や他の土壌型では更に顕著な肥効が期待されるものと考えられる。また、供試圃場が腐植に富む黒ボク土であることを反映し、諸外国で問題とされている土壌の物理性悪化（土壌の堅密化や気相率の低下）による生育阻害は認められなかった。

5) まとめ

以上のように肥効調節型被覆尿素を用いれば追肥を省略したデントコーンの全量基肥栽培が可能であり、さらにデントコーンは除草体系が確立し、病虫害の発生が少ないこともあって、播種時の作業と収穫時の作業のみという超省力栽培（不耕起全量基肥栽培）も可能である。しかもこの体系は施肥窒素の利用効率が極めて高く、その結果、硝酸態窒素の溶脱による地下水汚染が軽減され、また不耕起であるので土壌浸食も回避されることから高い生産水準を維持しつつ、かつ環境に配慮した栽培が可能であると思われる。

なお、岩手、宮城の両県では、本研究結果を参考にし、デントコーン栽培専用のBB肥料（LP70を60%含む）が開発されている。