

## 積雪寒冷地の畑土壌における

LPコート<sup>出</sup>の溶出特性

山形県立農業試験場

研究員 富 樫 政 博

(現在 山形農業改良普及所)

## はじめに

コーティング肥料は、溶出調節型肥料とも呼ばれ、作物の生育にあった養分の供給が可能であるため、作物による肥料成分の利用効率が高い。また、溶脱等が少なく環境にやさしい肥料として注目されている。最近では、様々な特徴を持ったコーティング肥料が開発され、それらを用いることにより水稻をはじめトウモロコシ・キュウリ・イチゴ・タマネギ等各種作物で省力的かつ効率的な施肥技術が確立されている。土地利用型の畑作物としての作付けの多い大豆や小麦でもその効果が認められている。本県においては、大豆の多収技術のひとつとして7葉期の培土時に、LPコート70を施用する技術が広く普及している。また、小麦においては省力的効果とともに、子実の蛋白質濃度を高める効果も認められている。

本稿では、コーティング肥料の多面的利用を図るため、大豆・小麦・大豆2年3作体系の中で施用時期が異なる場合(春施用と秋施用)のLPコートの溶出経過を明らかにし、さらに小麦・大豆体系における2作物1回施肥について検討した結

果を述べる。

## 試験の方法

## ① 畑土壌におけるLPコートの溶出経過

供試肥料は、溶出タイプが異なるLPコート100(以下LP100)、LPコートS100(以下LPS)、LPコートSS100(以下LPSS)の3肥料である。肥料現物5gを寒冷紗で包み、5月下旬と10月上旬に作土層(地下10cm)に埋設し、随時回収した。回収した肥料を全量硫酸分解し、蒸留法により残存窒素量を求め、溶出率を算出した。

## ② 溶出に対する土壌水分の影響

pF 0, 1.5, 3.3に水分調整した土壌及び風乾土にLP40を5g混和し、250mlのポリビンに充填・密封して30℃で保温した。溶出率の算出については前記と同様に行なった。

## ③ 栽培試験

## 1) 土壌条件: 細粒灰色低地土(金田統)

転換畑

## 2) 供試品種: 小麦 ナンプコムギ10/9 は種

大豆 スズユタカ 7/3 は種

## 3) 試験区の構成: 表1のとおり

## 本 号 の 内 容

§ 積雪寒冷地の畑土壌におけるLPコート <sup>出</sup> の溶出特性	1
---	---

山形県立農業試験場

研究員 富 樫 政 博

(現在 山形農業改良普及所)

§ 超深耕による畑土壌の改良とその維持管理	6
-----------------------	---

北海道農業試験場企画連絡室

主任研究官 吉 野 昭 夫

(前愛知農業総合試験所豊橋農業技術センター畑地土壌研究室長)

表1 試験区の施肥設計 (N kg/a)

区名	小麦 基肥	小麦 追肥	大豆 基肥	備考
N-0	—	—	—	
慣行	1.0	0.4	0.25	速効性肥料
LP100	0.7+1.0	—	—	速効性+LP100
LPS	1.0+1.0	—	—	速効性+LPS
LPSS	1.0+1.0	—	—	速効性+LPSS

図1 日平均地温の推移

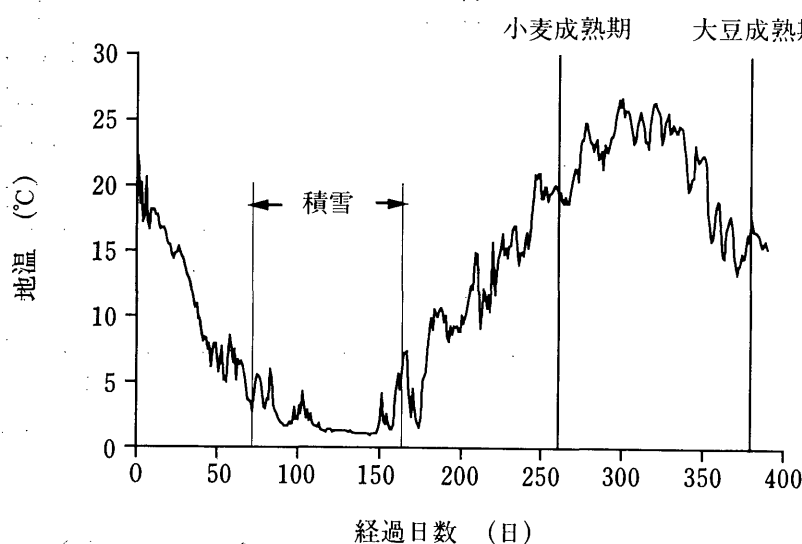
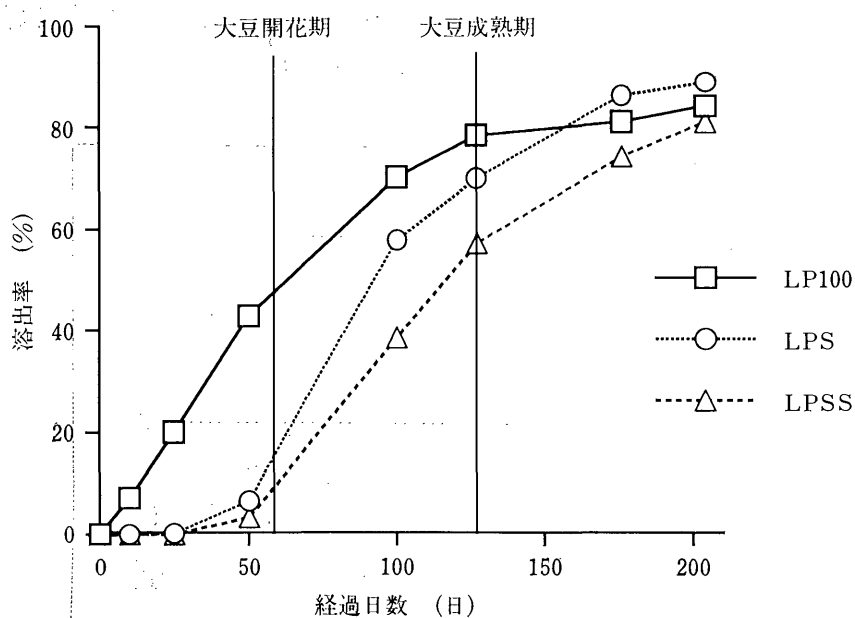


図2 各種LPコート溶出パターン (5月施用)



リン酸・加里は、小麦は種前にそれぞれ1.0kg/a施用した。肥料はすべて全層施肥とした。

結果及び考察

① 畑土壌におけるLPコートの溶出経過

コーティング肥料の溶出は温度依存性が高いため、地温の影響を強く受ける。図1に、1991年10月から翌1992年10月まで(小麦は種時から大豆成熟期まで)の日平均地温の推移を示した。最も地温の低い時期は2月中旬で、日平均地温は1.0°Cであった。しかし、積雪下となるため最低地温でも氷点下になることはなかった。また、最も高い時期(8月上旬)の日平均地温は26.4°Cであり、年較差は約25°Cであった。LPコートの溶出速度の温度依存係数 $Q_{10}^{\circ C}$ が約2であることから、時期ごとに溶出速度が異なることが伺われる。

図2は、1作目大豆は種時(5月下旬)に肥料を埋設した場合のLPコートの溶出パターンである。3肥料ともそれぞれ特徴的な溶出パターンを示した。LP100は埋設直後から溶出したが、LPS及びLPSSは初期の溶出は認められず、埋設後50日経過した時点でLPSが6.8%、LPSSが3.6%の溶出率であった。埋設後127日(大豆成熟期)までの溶出率は、LP100が78.4%で最も高く、次いでLPS70.1%、LPSS57.3%の順であった。

沖積土壌の転換畑における大豆栽培では、生育後期の窒素栄養の維持が安定多収のための条件であるため、開花期以降の窒素供給

図3 各種LPコートの特出パターン (10月施用)

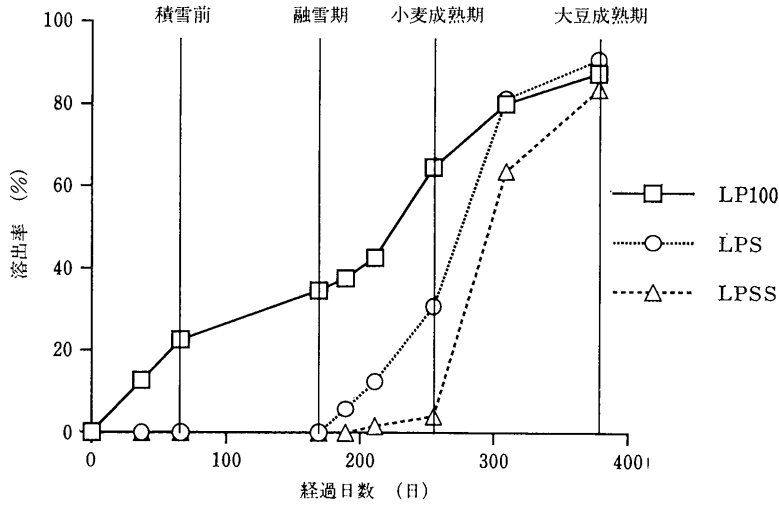


図4 溶出に対する水分の影響 (LP40)

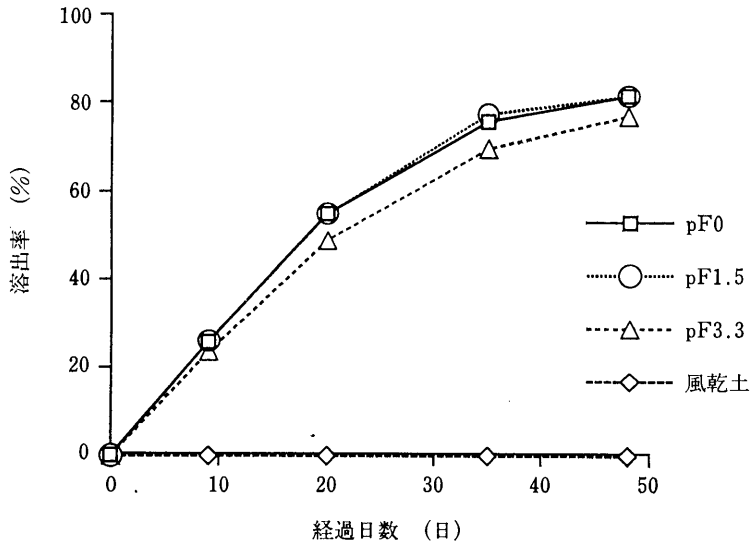
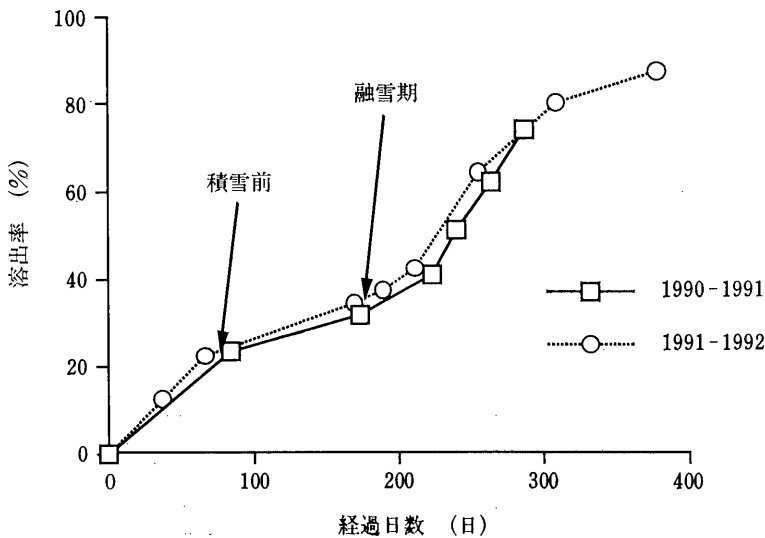


図5 溶出の年次間差 (LP100)



が重要になる。今回供試した3肥料の中では、LPSが開花期から成熟期までの溶出割合が最も高く、また成熟期における溶出率も比較的高いことから、大豆の多収型全量基肥体系では最も効率的な肥料であるといえる。今までの栽培試験の中でも、LPSと速効性肥料を全量基肥として施用する体系で、7葉期培土時にLP70を追肥した場合と同等の収量を得ている。

10月にLPコートを埋設した場合は、積雪期間を経過するため溶出期間が長くなり、いずれの肥料も80%溶出するのに300日以上の日数を要した(図3)。また、LPS及びLPSSについては融雪期以前の溶出は認められず、10%溶出するまでの期間はLPSで約200日、LPSSでは約270日であった。積雪期間は約3ヶ月間であり平均地温は2.5℃と低い、LP100では12.1%の溶出が認められた。

小麦成熟期までの溶出率は、LP100 64.5%、LPSS 30.8%、LPS 4.0%であった。また、3作目大豆栽培期間の溶出率は、LP100 22.9%、LPS 59.9%、LPSS 79.7%であり、小麦成熟期までの溶出率が低かったLPSSが最も高く、また開花期以降の溶出率も高かった。

② 溶出に対する土壌水分の影響

LPコートを用いた省力施肥技術が定着するためには、肥料成分が毎年安定して溶出することが望まれる。溶出の変動要因として温度の影響は大きい、LPコートの溶出は吸水・溶解・拡散の過程を経るため、土壌水分による影響も考えられる。そこで、土壌水分を変えた場合の溶出率の推移を検討した。その結

果、風乾土での溶出は認められず、pF 1.5 と pF 0 が同等の溶出速度であり、pF 3.3 でわずかに低下した (図4)。したがって実際の畑状態では土壌水分の違いにより溶出速度が変動する可能性はあるが、表面施肥等をしない限り、その影響は小さいと考えられる。図5は、1990年と1991年の同時期 (10月) に埋設した LP100 の溶出パターンを比較したものであるが、降雨頻度や降水量は異なるものの年次間の大きな差はなかった。

### ③ LPコートを利用した小麦・大豆体系における2作物1回施肥

小麦は種時に、速効性肥料とLPコートを全層に施用、小麦及び大豆の生育・収量に対する影響を検討した。

小麦の積雪前の生育では、N-0区以外はほとんど差はなかったが、融雪期以降草丈・茎数ともに区間差が認められ、LPSS区とLPSSS区で慣行区に比べ茎数が少なかった (表2)。穂数は慣行区 > LP100区 > LPS区 > LPSSS区の順であり、施用した肥料の溶出特性を反映し、融雪期

以降の窒素供給量が少ないほど減少した。初期生育が良好であったため全体的に長草化し、N-0区以外は2~3程度倒伏した。

子実重は、生育全期間を通して安定的に窒素を供給できるLP100区が慣行対比97とほぼ慣行区並の収量であった。LPSとLPSSはそれぞれ慣行対比88と76で、窒素の溶出時期が遅くなるほど穂数不足により子実重が減少する傾向にあった。

小麦は、生育期間が地温の低い時期であり土壌窒素の発現量も少ないため、施肥窒素に対する依存度が高い。特に3月下旬~4月上旬は小麦の幼穂形成期に相当するため、本県では融雪期追肥として窒素成分で0.4kg/aを施用し、穂数と粒数の確保を図っている。したがって、この時期に窒素を供給できる肥料を用いれば、小麦の全量基肥体系が成立する。

小麦後作大豆の生育経過及び収量を表3に示した。8月24日 (開花1週間後) の生育は、N-0区で草丈・主茎長とも慣行区より劣っていたが、LP区についてはほぼ慣行区並の生育であった。

表2 小麦の生育経過及び収量

項目 区名	12月18日		4月20日		成熟期		倒伏程度 (1~4)	子実重(比) (kg/a)
	草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )	草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )	稈長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )		
N-0	10.9	593	35.5	547	85.7	315	0	26.5(48)
慣行	15.1	1202	47.1	873	105.2	591	2.5	55.7(100)
LP100	15.0	1226	48.2	897	103.0	578	3.0	54.1(97)
LPS	14.9	1190	48.0	806	103.8	559	2.0	49.2(88)
LPSS	15.2	1157	45.6	747	101.5	498	2.0	42.3(76)

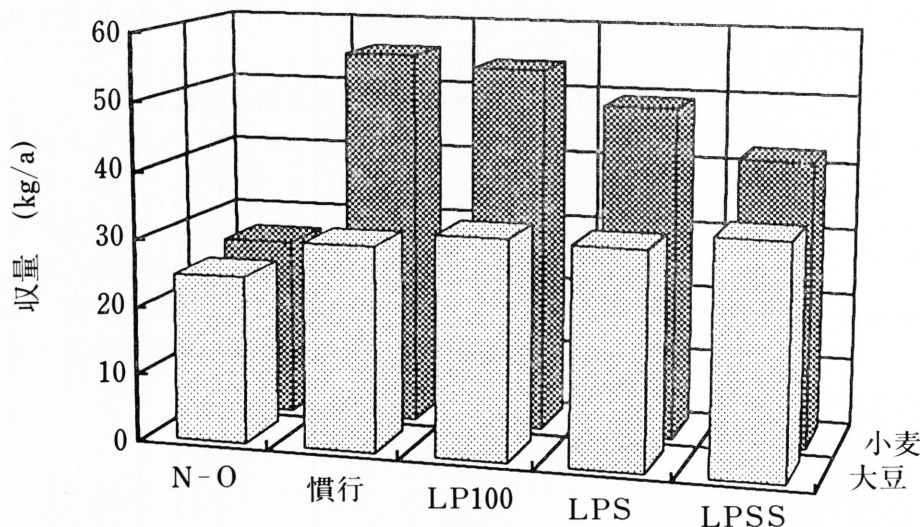
表3 大豆の生育・収量及び窒素吸収量

項目 区名	8月24日		成熟期		窒素吸収量 (N g/m <sup>2</sup> )	子実重(比) (kg/a)	百粒重 (g)	着莢数 (個/m <sup>2</sup> )
	草丈 (cm)	主茎長 (cm)	主茎長 (cm)	節数				
N-0	74.5	42.8	45.2	12.1	14.3	24.8(82)	23.4	475
慣行	82.0	48.2	50.6	12.8	18.5	30.3(100)	23.7	584
LP100	86.4	50.3	52.6	12.7	19.4	32.5(107)	24.5	603
LPS	86.4	50.3	52.3	12.6	18.4	32.0(106)	24.6	597
LPSS	79.7	48.8	49.8	12.5	20.7	34.3(113)	24.7	639

成熟期の主茎長も同様の傾向であったが、節数について区間差はなかった。成熟期における窒素吸収量は、N-0区で $14.3\text{ g/m}^2$ と著しく低かったが、各LP区については慣行区並かそれ以上であり、小麦は種時に施用したLPコートが大豆に対し窒素供給していることが認められた。窒素吸収量が最も多かったのは、大豆生育期間の溶出量の多いLPSS区であった。各LP区では、百粒重が重くなる傾向にあり、子実重は慣行区を上回った。特にLPSS区では窒素吸収量の増加に伴い着莢数も増加し、慣行対比113%の収量が得られた。

各区ごとに小麦と大豆の収量を比較すると、LPSとLPSSは大豆に対しては施用効果が認め

図6 小麦及び大豆の収量



られるものの、小麦に対しては溶出量が少ないため慣行区より収量が劣った(図6)。LP100を用いた体系では、小麦で慣行対比97、大豆で107と小麦・大豆両方を考慮すると慣行施肥体系とほぼ同等の収量が得られている。小麦と大豆の生育期間を合わせると約1年になるが、LP100を小麦は種時に施用した場合は、小麦・大豆両方に対して持続的な窒素の供給が可能であり、2作物1回施肥技術の可能性が見いだされた。

土地利用型作物では、手間をかけずに安定した

収量をあげることが重要であるが、LPコートを利用することにより、2回ないし大豆の追肥を含めると3回の施肥作業が省略できる。また小麦・大豆体系では、小麦の収穫と大豆のは種が梅雨の時期に当たるため、作物の切り替えが問題となり、今までに小麦立毛間大豆は種技術や小麦刈取大豆は種同時作業などの検討がなされた。その場合、大豆の肥料は表面施肥となるため、肥料の利用効率は低かったが、LPコートを小麦は種時に全層施肥しておくことにより、省力効果とともに施肥効率も向上すると考えられる。

結果的には、LP100の体系で慣行施肥並の収量が得られたが、最小限の施肥量で小麦の適正穂数を確保し、かつ大豆の収量を向上させるためには、

肥料の組合せ(例えば速効性+LP70+LPSSなど)や施用量と根粒菌活性の関係等についてさらに検討を加える必要がある。

#### おわりに

図2・3に示したように、LPコートは施用する時期によって溶出パターンが異なるため、施用時期に応じてあらかじめ溶出パターンを把握しておく必要がある。そして、作物の窒素吸収パターンに合った溶出パターンを示す肥料を選択す

ることにより、効率的かつ省力的な施肥技術が可能となる。最近では、硝酸による地下水汚染や地球温暖化ガスの一つである亜酸化窒素の発生等畑土壌をめぐる環境問題が大きくなりつつある。環境保全の観点からもコーティング肥料の効果が認められており、農業経営と環境保全を両立させる上でも、コーティング肥料は大きな役割を担うと同時に、今後ますますの普及が期待される。