

秋冬作ハクサイ栽培への被覆尿素利用の可能性

赤井 直彦・久山 弘巳*

Possibility of the Use of Urea-Coated Fertilizer on Chinese Cabbage Harvested from Autumn to Winter

Naohiko Akai and Hiromi Kuyama*

緒 言

岡山県南部の瀬戸内海に面した山腹の傾斜畑は、冬期の日照時間が長く、霜害もほとんど無いため、秋冬期に露地でハクサイやキャベツが多く生産されている。なかでもハクサイの栽培面積は大きく、作型としては9月に定植し年内に収穫するもの、10月上～中旬に定植し年明けから3月にかけて収穫するものがある。ハクサイへの施肥は、定植直前に基肥を施用し、定植後10日から2週間の間に追肥を1回行うのが一般的である。施肥量は10a当たりの窒素量で、基肥15～20kg、追肥10～15kg程度である。また、ハクサイを作付けしている圃場は、春夏期にカボチャ、メロン及びスイカの栽培が多く、作型としては3月に定植し6月～8月上旬に収穫するのが一般的である。このため、2作合わせた圃場への窒素施肥量は、10a当たり年間50kg程度になる。

一方、最近では環境保全型農業の推進により、畑地に施用する窒素量の削減が強く求められている。このため、環境保全を目的として緩効性肥料を用いた施肥窒素の削減試験が各地で行われている。日置ら(1996)、高橋(1998)は、緩効性肥料の中でも被覆尿素の利用は窒素

施肥量が削減でき環境保全的な施肥法であると報告している。しかし、被覆尿素を利用した窒素施肥量削減試験は、春から秋の比較的地温が高い時期に行ったものが中心であり、本地域のハクサイ栽培のように、10月上～中旬に定植し年明けから3月にかけて収穫を行う作付け体系で、基肥に被覆尿素を使用した試験例は見あたらない。本報告ではこのような作型のハクサイ栽培に対し被覆尿素利用の検討を行った。その結果、被覆尿素の利用は必ずしも安定した収量が得られず、また、施肥窒素が有効に利用されていないことが明らかになったので、その概要を報告する。

謝辞、現地試験を行うにあたり、ご協力頂いた邑久郡牛窓町の藤岡昭平氏に記して謝意を表する。

材料及び方法

1. 耕種概要

岡山県邑久郡牛窓町の普通畑でハクサイの栽培試験を1998～2000年に実施した。各年とも、播種は9月10日頃、定植は10月5日頃、収穫は1月20日頃に行った。品種は「味城3号」を用いた。栽植密度は、うね幅55cm、株間40cmの1条植えとした。しかし、マルチ被覆を行った区

表1 試験圃場の土壌化学性分析結果

(2001年1月採土)

採土層位	pH (H ₂ O)	EC (dS/m)	全窒素 (%)	全炭素 (%)	可給態リン酸 (mg/100g)	陽イオン交換容量 (meq/100g)	交換性塩基(mg/100g)		
							CaO	MgO	K ₂ O
作土(0～15cm)	6.1	0.17	0.11	1.18	188	9.1	222	36	32
下層土(15～30cm)	6.7	0.07	0.08	0.85	165	7.4	207	40	16

*現岡山県農業総合センター総合調整部技術普及課

本研究は農林水産省補助事業、土壌環境負荷低減対策事業の中で実施した。

2002年6月28日受理

表2 試験区の窒素施肥量^{a)}

調査年	試験区	総施肥窒素量	基肥窒素施用量	追肥窒素施用量
1998	L P	18.9	10.8 (LP40)+8.1 (複合)	
	慣行	27.0	15.0 (複合)	12.0 (NK化成)
1999	L P	18.9	10.8 (LP40)+8.1 (複合)	
	LPマルチ 慣行	18.9 27.0	10.8 (LP40)+8.1 (複合) 15.0 (複合)	12.0 (NK化成)
2000	L P	18.9	10.8 (LP40)+8.1 (複合)	
	慣行	27.0	15.0 (複合)	12.0 (NK化成)

a) 単位はkg/10a

(複合): 複合硫加燐安525

表中の肥料以外に過リン酸石灰、硫酸加里を用い、P₂O₅:25.0、K₂O:27.0に統一

施肥時期 基肥:10月5日頃、追肥10月20日頃

はうね幅110cm、株間40cmの2条千鳥植えとした。なお、収量は各試験区からハクサイ10株を連続して採取し、結球部と外葉部に分け、それぞれの重さを測定し平均値で表した。また、ハクサイの収量と降水量との関係を明らかにするため、試験圃場に近い「虫明」のアメダスデータをを用い検討を行った。

試験圃場の土壌条件は典型山地黄色土で、2001年1月に採取した土壌の化学性分析結果を表1に示した。

2. 試験区の構成と施肥

1998~2000年の3年間、被覆尿素と速効性窒素を混合して施用する区(以下、LP区)を設けた。LP区は全量基肥とし、40日型の被覆尿素(以下、LP40)を10a当たり窒素成分で10.8kg、複合硫加燐安525を同じく8.1kg施用した。施肥方法は全面全層に混和した。

同じく3年間、基肥に複合硫加燐安525を10a当たり窒素成分で15.0kg、追肥としてNK化成を同じく12.0kg施用する区(以下、慣行区)を設けた。慣行区の基肥はLP区と同様全面全層に混和し、追肥は定植から約2週間後にうね間に施用し、軽く土壌混和した。

1999年には、LP区にマルチ被覆を行う区(以下、LPマルチ区)を設けた。マルチは幅135cmで黒色の生分解性フィルム(商品名:キエ丸)を用いた。

また、すべての試験区でリン酸と加里の施肥量が10a当たりそれぞれ25.0、27.0kgになるように、過リン酸石灰と硫酸加里を適量施用した。リン酸と加里の施用方法は、慣行区のNK化成による加里の追肥以外はすべて基肥として施用し、施肥方法は全面全層に混和した。

試験区の名称と、それぞれの試験区に対する窒素施肥量の詳細は表2に示した。

3. LP40からの窒素の溶出

1998~2000年にLP40からの窒素溶出率を調査するため、不織布(70×90mmのポリエチレンを主体とした材質、通称:お茶パック)にLP40を約10粒秤量して入れ、

調査圃場の深さ5cmの位置に埋設した。これを定期的に持ち帰り、水野・南(1980)が示した過酸化水素-硫酸分解を行った後、蒸留法で残存窒素含有量を測定した。この値とLP40の元の窒素含有量との差から窒素溶出率を算出した。同様の調査を1999年にはLPマルチ区でも行った。

4. 土壌溶液中の硝酸態窒素濃度の測定

ハクサイ栽培期間中の土壌溶液中に含まれる硝酸態窒素濃度を測定した。土壌溶液の採取は、鳥山・石田(1987)が用いた10cmのポラスカップをハクサイの株間に埋設し真空採血管を接続する方法で、概ね1週間ごとに行った。ポラスカップは中心が地表面から深さ10cm、30cm、50cmになるように縦向きに埋設した。土壌溶液中の硝酸態窒素濃度はTecator社製FIA star 5010 Analyzerを用いて定量した。

結 果

1. ハクサイ収量及び降水量

試験年次別の各区の収量を表3に示した。1998年は全体的に結球部位が小さく、慣行区の結球重は2.3kg、LP区は1.2kgであった。1999年の結球重は慣行区で3.0kgを超え、窒素肥料を3割減肥したLP区でも2.5kg(出荷規格

表3 ハクサイ収量の年次変化と窒素利用率

調査年	試験区	収量(kg/個)			慣行区に対する比率(結球重)
		全重	結球重	外葉重	
1998	L P	1.92	1.23	0.68	54
	慣行	3.31	2.27	1.04	100
1999	L P	4.06	2.85	1.21	93
	LPマルチ 慣行	4.54 4.77	3.37 3.05	1.17 1.72	110 100
2000	L P	3.22	2.52	0.69	81
	慣行	3.83	3.13	0.70	100

品種:味城3号、栽植密度:55cm×40cm

でI級となる下限)以上の結球重が得られた。2000年も1999年と同様の結果であった。

また、3年間の10~12月の月別降水量を比較した結果、1998年は10月の降水量が188mmで、1999年の69mm、2000年の65mmに比べかなり多かった(図1)。

2. 被覆尿素からの窒素の溶出

1998~2000年の無マルチ条件でのLP40からの時期別窒素溶出率を図2に示した。また、1999年のマルチの有無による時期別窒素溶出率を図3に、またその時の深さ5cmの日平均地温と土壤水分の推移を図4に示した。その結果、無マルチ条件ではハクサイの収穫を行った1月下旬までのLP40からの窒素溶出率は50~60%程度と非常に低かった。マルチ被覆を行うと無マルチ条件に比べて窒素の溶出率は約10%上昇した。

3. 土壤溶液中の硝酸態窒素濃度

土壤溶液中の硝酸態窒素濃度の年次別、時期別推移を図5に示した。

全調査年を通じて、慣行区では10月上~中旬に深さ10cmの土壤溶液中に硝酸態窒素が高濃度で含まれる傾向が見られた。年毎の傾向として、1998年は深さ10cm

の硝酸態窒素濃度が10月下旬に非常に低くなり、うね間への追肥後は深さ10cmの酸態窒素濃度は増加しなかったが、深さ30と50cmでは一時的に上昇した。1999年と2000年は深さ10、30、50cmとも11月中旬まで土壤溶液中に硝酸態窒素が検出された。

LP区では速効性窒素を8.1kg/10a施用しているため、作土部分に当たる深さ10cmの土壤溶液中の硝酸態窒素濃度が10月上~中旬に高くなり、特に1998年と1999年はその傾向が顕著であった。その後、10月下旬には深さ10cmではほとんど検出されなかった。

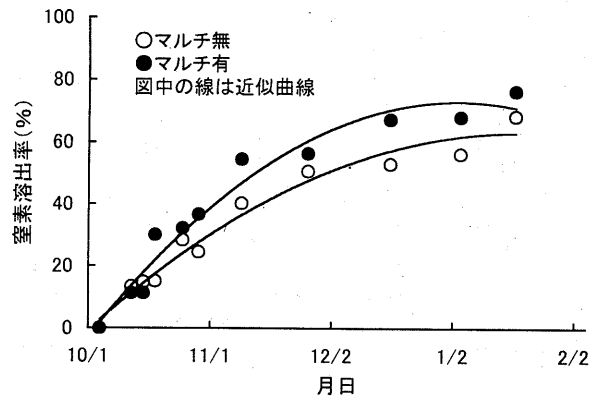


図3 マルチの有無によるLP40からの窒素溶出率(1999年)

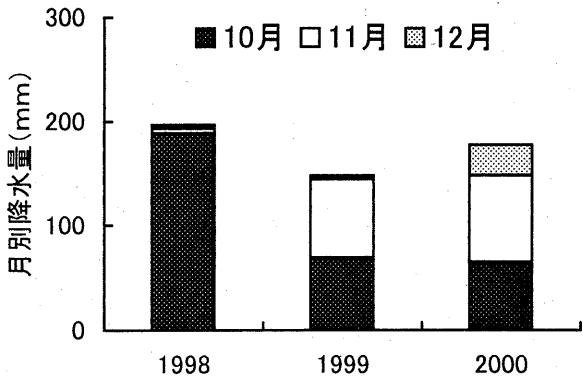
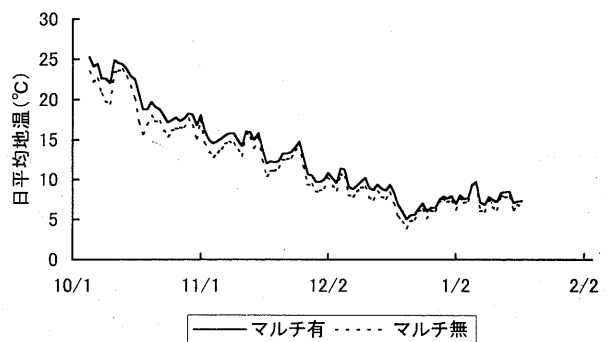


図1 ハクサイ栽培期間中の月別降水量「虫明」のアメダスデータから作図



— マルチ有 マルチ無

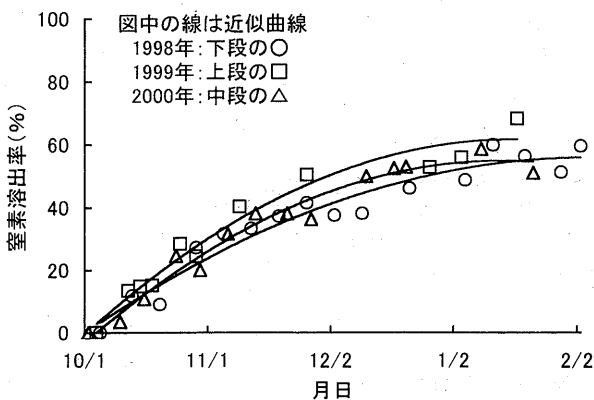
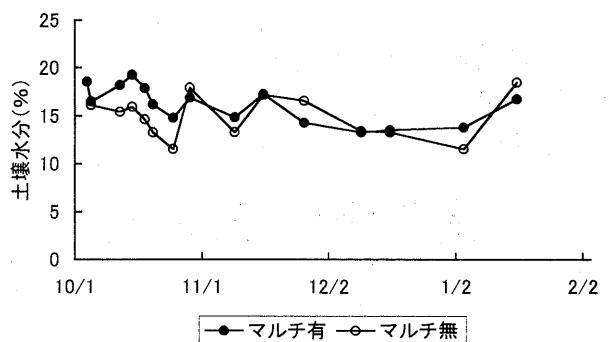


図2 無マルチ条件でのLP40からの窒素溶出率



● マルチ有 ○ マルチ無

図4 マルチの有無による深さ5cmの地温と、作土の土壌水分の違い (1999年)

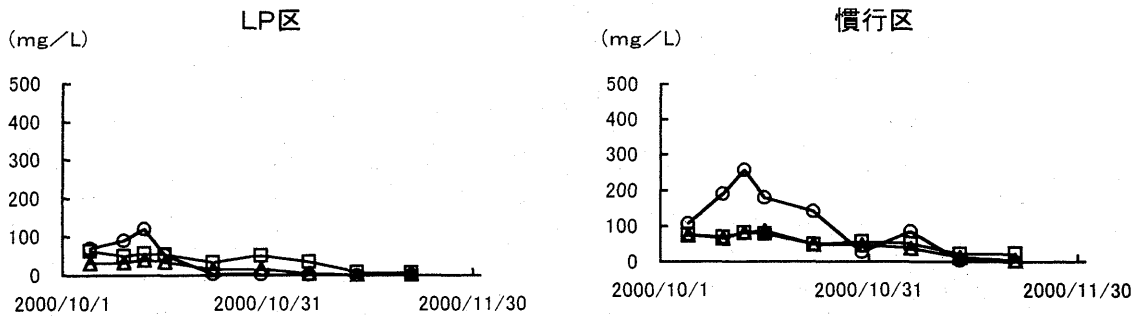
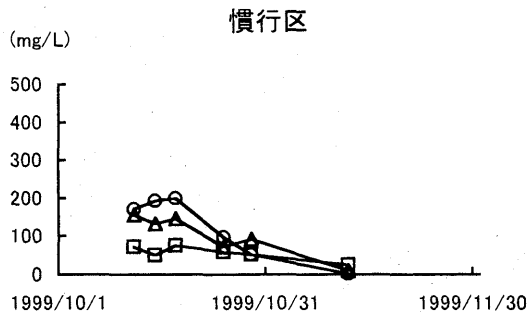
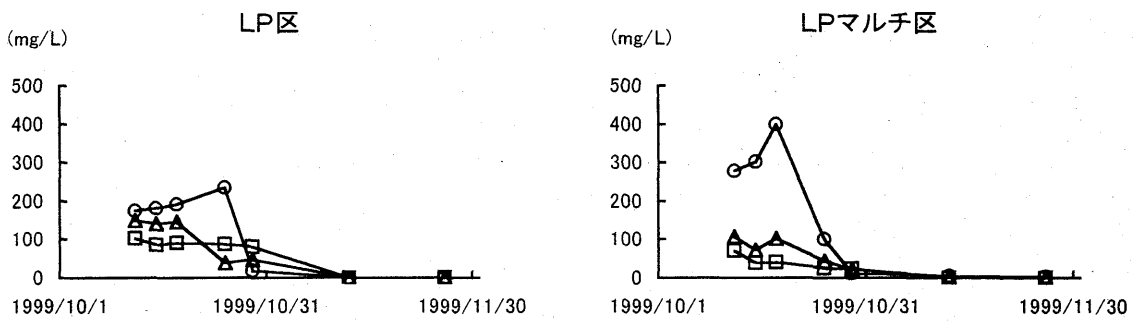
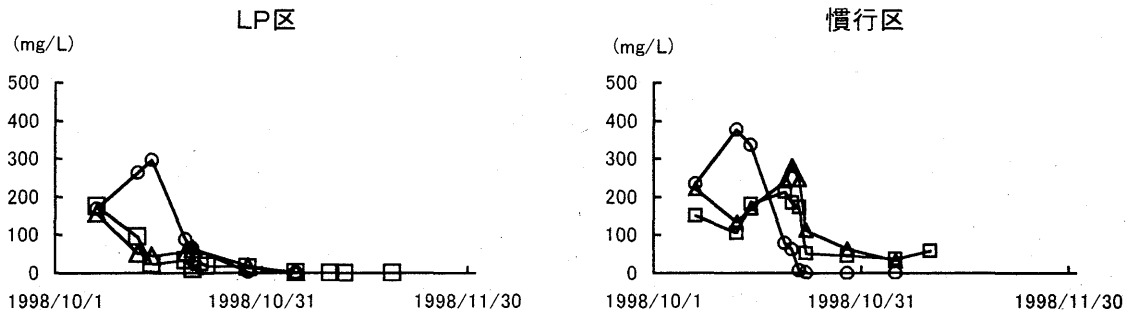


図5 土壤溶液中の硝酸態窒素濃度の推移
 ○ 深さ10cm △ 深さ30cm □ 深さ50cm

LPマルチ区では10cmの深さの硝酸態窒素濃度がLP区に比べ高かった。

考 察

被覆尿素を基肥として畑作物に使用する場合は、初期生育を促進させるため速効性窒素を配合して施用するのが一般的である。また、興津・本多（1982）は、野菜の生育が順調な場合には窒素の溶脱も減少するので、初期肥効を高め根群域を拡大し生育を良好にすることが肥料溶脱防止の基本的な施肥技術であるとしている。そのため、本試験でもLP40と速効性窒素を含む複合硫加磷安525を混合して施用した。

1998年は同じLP区でも1999年や2000年に比べて極端にハクサイの収量が低かった。これは、1998年は定植直後の根域がまだ発達していない10月の降水量が188mmと非常に多く、しかも、10月中旬に1日当たり約80mmの大雨があったことから、基肥中の速効性窒素が下層へ流亡したり、土壌表面の浸食による基肥中の速効性窒素の表面流去も起こり、ハクサイによる窒素の吸収が減少したものと考えられる。このような年にはLP区でも環境負荷も大きくなる懸念され、そのうえ初期の生育量が確保できにくく収量が低下すると考えられる。しかし、10月の降水量が1999、2000年程度であればLP区では初期生育も旺盛で慣行区に近い収量が得られることが明らかになった。

LP40からの窒素の溶出は、3年間ともLP40に含まれる窒素のうち40～50%程度がハクサイ収穫後も溶出せず残存していた。これは、施肥直後から急激に地温が低下する時期に当たるため、窒素の溶出が極端に抑制されたと考えられる。

土壌溶液中の硝酸態窒素濃度は、LP区、慣行区ともに速効性窒素を施用するため基肥後は高く推移した。しかし、慣行区に比べLP区で硝酸態窒素の消失時期が早まる傾向が見られ、LP区は初期の速効性窒素が無くなると、LP40からの窒素溶出率が低いため、その後の肥効も低下すると考えられる。

これらのことを改善するため、マルチ被覆の試験を1999年に行った。マルチ被覆により、作土の土壌溶液中の硝酸態窒素濃度が高く推移し、速効性窒素の作土層への滞在時間が長くなると考えられ、窒素の流亡が抑制できると思われた。しかし、マルチ被覆により地温がやや高めに推移し、初期の土壌水分含量が高くなったが、LP40からの窒素溶出率は10%程度しか向上しなかった。このことから、マルチ被覆は速効性窒素の流亡には効果があるが低温期に被覆肥料からの窒素溶出率を飛躍的に

上昇させるほどの効果はないことが明らかになった。

被覆尿素的畑地での利用について、日置ら（1996）は、年内に収穫するハクサイでは、LP40と硫安を混合して全量基肥施肥を行うと、慣行に比べて20%の減肥をしても慣行収量を上回り、その時のLP40からの窒素溶出率は約80%と報告した。奥村ら（1999）は、被覆肥料の溶出が作物の窒素吸収パターンに合うと土壌中での窒素残存量は少ないが、乾燥や低温年で肥効が遅れた場合には残存量が増加する可能性があるとして指摘した。永田ら（2001）は、被覆尿素的窒素溶出率は栽培期間の地温に影響され、栽培時期、作物及び実際の溶出率を考慮した肥料の選定が必要であるとしている。

これらのことから、本試験のような低温期のハクサイ栽培では、栽培期間中にLP40からの窒素溶出が抑制されるため、LP40の利用は不適であると考えられる。

通常、年2回作付けをする圃場では、秋冬作の肥料が春作定植まで土壌中に残存すると後作に有効利用され、環境負荷は少ないと考えられる。しかし、本地域の春夏作はスイカやカボチャなど栽植密度が低い作物が中心である。この場合、根圏に存在する残存窒素は有効利用されるであろうが、それ以外は吸収されにくいと考えられ、ハクサイ栽培期間中にLP40から溶出しなかった窒素の大部分が後作にも利用されることなく、結果的に圃場外へ流亡することが懸念される。

適 要

岡山県邑久郡牛窓町の普通畑で、10月に定植し1～3月に収穫する秋冬ハクサイ栽培において、被覆尿素的利用の可能性を検討した。

1. 40日型の被覆尿素と速効性窒素を混合し、窒素量を慣行栽培に比べ3割減らして施用すると、10月の降水量が多い年には収量が約50%も低下したが、降水量が平年並みであると慣行区の80～90%の収量が得られた。さらに、マルチ被覆により収量は慣行区より約10%多くなった。
2. 土壌溶液中の硝酸態窒素濃度は、LP区も慣行区も速効性窒素を施用するため基肥後は高く推移した。しかし、慣行区に比べLP区で硝酸態窒素の消失時期が早まった。
3. 栽培期間中の地温が低いため、40日型の被覆尿素的窒素溶出率は低く、収穫時に50～60%程度であった。

これらのことから、10月に定植し、1～3月に収穫する秋冬ハクサイ栽培には被覆尿素的の施用は適していないと考えられる。

引用文献

- 日置雅之・池田彰弘・山田良三・早川岩夫 (1996) 肥効調節型肥料を用いた露地野菜の全量基肥施肥法 (第1報) 年内採りハクサイ. 愛知農総試研報, 28: 141-147.
- 水野直治・南 松雄 (1980) 硫酸一過酸化水素による農作物中のN、K、Mg、Ca、Fe、Mn定量のための迅速前処理法. 土肥誌, 51: 418-420.
- 永田茂穂・清本なぎさ・長友誠・久米隆志 (2001) 被覆尿素の利用と施肥位置改善による露地野菜の省施肥技術. 土肥誌, 72: 283-286.
- 興津伸二・本多藤雄 (1982) 溶脱問題を中心とした露地野菜の施肥の合理化に関する研究、「結球性葉菜に対する緩効性窒素肥料並びに窒素液肥の施用上の問題点について. 野菜試報C, 6: 51-72.
- 奥村正敏・三木直倫・長谷川進・美濃健一・田中誠 (1999) 露地野菜に対する被覆肥料の肥効特性. 北海道立農試集報, 76: 17-26.
- 高橋正輝 (1998) 肥効調節型肥料による施肥技術の新展開5、野菜の施肥技術 (その1). 土肥誌, 69: 201-205.
- 鳥山和伸・石田博 (1987) 土壤溶液モニター法による水田土壌中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 消失時期の把握. 土肥誌, 58: 747-749.