

幅広型畝内施肥器の開発と開発器を使った キャベツ初冬出し栽培における減肥技術

森山友幸*・井手 治・石坂 晃

畝内で広範囲に肥料が散布できる幅広で扁平な形状の肥料吐出管がついた畝内施肥器を開発した。この開発器を利用したキャベツ栽培の畝内施肥栽培では、畝内で肥料が広範囲に散布され、畝内土壌の広い範囲に肥料から窒素成分が溶出する。キャベツの初冬出し栽培において、全面全層施肥と開発した幅広型畝内施肥器を用いた畝内施肥を組み合わせることにより、窒素施用量を慣行施肥の2割減に相当する26kg/10aまで減肥しても慣行施肥法と同等以上の結球重が得られた。

[キーワード：キャベツ，畝内施肥，窒素施用量，減肥，結球重]

Development of a Strip Fertilizer Applicator for Ridges and Method for Reducing Total Amount of Fertilization for Cabbage Harvested in Winter. MORIYAMA Tomoyuki, Osamu IDE, and Akira ISIZAKA (Fukuoka Agric. Res. Cent., Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent* 23: 48-53 (2004)

We have developed a machine that disperses fertilizer over ridges in even and wide strips. The applicator contains an oblong outlet which discharges fertilizer evenly, depending on the width of a ridge. This way of fertilizing causes nitrogen to be dissolved and released from the fertilizer in the entire field not limited to the ridges. Thus, the cabbages harvested in winter displayed equal or heavier headweight compared to those grown according to the established amount of fertilizers, even though the nitrogen applied was reduced to 26kg per 10a (usual 2 × 10% decrease).

[Key words : cabbage, application of strip fertilizer in ridges, amount of nitrogen fertilizer applied, decrease in the amount of fertilizer applied, head weight]

緒 言

福岡県のキャベツ生産は粗生産額23億円、県内園芸作物の品目別順位第8位¹⁾と露地野菜の中心品目であるが、最近では生産者の高齢化等による労働力不足のために、栽培面積、生産量が年々減少している。そこで、労働力不足に対応し、加えて規模拡大によるコスト低減を図るため、近年移植機や乗用管理機等の作業機導入が進み、今後も省力的な機械化技術の開発が求められている。

また、キャベツ等の露地野菜生産では、環境負荷に対する消費者の関心が高まる中、肥料を効率よく作物に吸収させることによって施肥量を削減する「環境にやさしい」施肥技術の確立が求められている。野菜の一般的な施肥法は、ほ場全体に肥料を散布する全面全層施肥であるが、この施肥法では作物の根が分布していないところまで施肥されるため、肥料の利用率が低く、余剰な施肥窒素の流亡による地下水汚染を引き起こしやすいと考えられる。そこで、近年施肥効率の向上技術として、レタス、ハクサイ、キャベツ等での緩効性肥料の利用技術^{2,4,5,15)}や施肥効率の向上のための作業機の開発^{9,14)}が報告されている。このうち、局所施肥に関しては、キャベツ栽培で窒素施用量の削減と施肥作業の省力化を目的として緩効性肥料を畝土壌中にすじ状に施肥する畝内条施肥技術が開発された^{7,8,11,12)}が、この技術は肥料を畝内で約3cm径に集中させて施用するため、硝化作用が抑制される⁶⁾、作型によっては肥料の吸収効率が全面全層施肥より劣る¹³⁾等の報告もあり、生産現場では普及していない。

一方、タマネギ栽培においては、植物体直下に肥料を

横幅約10cm、縦幅5cmに拡散した場合、全層施肥や肥料を集中させた施肥区に比べて地上部、地下部の生育が優れる³⁾ことが報告されている。

そこで、畝土壌内で植物体直下に肥料を約10cm範囲に散布できる畝内施肥器を開発し、福岡県のキャベツ主要作型の初冬出し栽培で、開発器を用いて施肥窒素量の削減による安定生産技術を確立するための施肥法について検討した。

試験方法

開発した畝内施肥器の主な構造は、ロータリ、肥料ホッパ、肥料繰り出し装置、肥料吐出管、畝立て成型板からなる。本器は、ロータリ耕と同時に、ホッパから肥料がモーターで土壌に埋没した吐出管内部へ繰り出されることにより、畝内土壌の任意の位置に施肥され、その後、成型板で畝立てを行うもので、施肥・作畝を1工程で行うことができる(写真1)。

試験1：幅広型畝内施肥器の開発

今回の開発は、2000年に福岡県農業総合試験場(以下、「福岡農総試」)園芸研究所野菜花き部施設機械研究室と(株)クボタが共同で、畝内施肥器の最も重要な肥料吐出管の新型器開発を行ったものである。開発のベース器には、既に開発されている従来の畝内条施肥器を使用した。開発は2000年5～6月に福岡農総試と(株)クボタが肥料吐出管の構造を検討し、2000年7月～10月に福岡農総試が試作した吐出管を用いて栽培試験を実施し、開発に至った。肥料散布状況および栽培試験は福岡農総試の水田圃場(中粗粒灰色低地土を30cm客土した中粗粒黄色土造成相、以下の試験も同じ)で行った。開発のために福岡農総試が実施した試験は以下のとおりである。

*連絡責任者(野菜栽培部)



写真1 開発した幅広型畝内条施肥器

第1表 供試した肥料吐出管の形状

吐出口形状	吐出口横幅	吐出口形状	吐出口横幅
①	13cm	③	13cm
①	8cm	③	8cm
①	5cm	③	5cm
②	13cm	④	—
②	8cm		
②	5cm		

注) 肥料吐出口の構造

①: 長方形の吐出口が2段, 吐出口下に鉄板を装着。

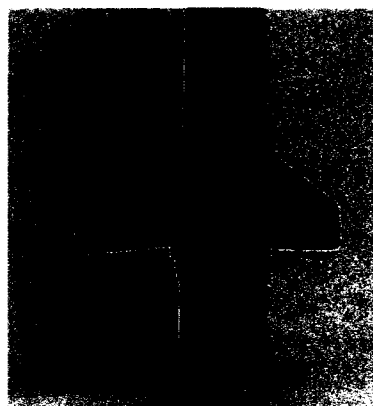
②: 長方形の吐出口が1段, 吐出口下に鉄板を装着。

③: 長方形の吐出口が1段。

④: 従来型楕円形の吐出口 (長径3cm、短径3cm)。



① (吐出口2段、鉄板装着)



② (吐出口1段、鉄板装着)



③ (吐出口1段、鉄板なし)



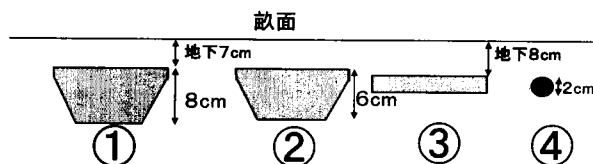
④ 従来吐出口 (口径3cm)

写真2 供試した肥料吐出口の構造

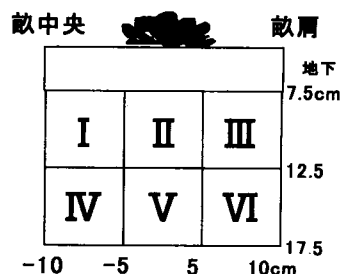
キャベツ品種‘YR 錦秋強力 152’を供試し、肥料吐出部の構造が異なる条件での土壌中の肥料粒の散布状況、硝酸態窒素含量およびキャベツの生育、収量を調査した。試験区は肥料吐出口の構造が①長方形の吐出口が2段で吐出口下に鉄板を装着 (以下、吐出口2段、鉄板装着)、②吐出口が1段で吐出口下に鉄板を装着 (以下、吐出口1段、鉄板装着)、③吐出口が1段 (以下、吐出口1段)、④従来吐出口 (直径3cmの円形) の4構造とし、①、②、③はそれぞれ吐出口の横幅を5cm、8cm、13cmとした3処理を組み合わせ、これに慣行施肥区を加えた計11区を設けた(表1、写真2)。畝内施肥は、地中での施

肥深度の中心が10cmになるよう設定し、2000年9月9日にエムコートS404(N-P₂O₅-K₂O=14-10-14, Nの50%がシグモイド型40日タイプの被覆尿素)を10a当たり窒素成分で32kg施用した。慣行施肥は、基肥を9月9日に尿素入り硫加燐安48号(N-P₂O₅-K₂O=16-16-16)を10a当たり窒素成分で22kg全面全層施用し、追肥を10月4日と11月15日にNK化成2号(N-P₂O₅-K₂O=16-0-16)を10a当たり5kgずつ表面施肥した。育苗は128セルトレイを用いて27日間行い、定植は9月11日に行った。栽植様式は、1畝2条植、畝間が140cm、条間が50cm、株間が35cmとした。試験規模は、1区12m²の2反復とした。

土壌中の肥料粒の散布状況調査は、施肥後の畝を垂直に切断し、その切断面をタテ、ヨコそれぞれ0.5cmのメッシュで分割して各区画に存在する肥料粒数を計測した。調査は各処理区につき5箇所行った。また、土壌中の硝酸態窒素含量調査は、畝内の深さ7.5～17.5cm、株元から畝中央と畝肩へそれぞれ10cmまでの範囲から採取した土壌（生土）40gに純水100mlを加え、60分間振とう後にろ過し、ろ液を小型反射式光度計（RQflex pjas）を用いて測定し、算出した。植物体の生育調査は、定植15日後から約15日毎に草丈、葉数、株張り、最大葉幅と最大葉葉色について行い、収穫調査は、農家の収穫法に準じて結球部の肥大を待って収穫し、地上部重と結球重を計測した。



第1図 供試した肥料吐出口での粒子の散布状況



第2図 第2表における土壌の採取位置

試験2：キャベツ初冬出し栽培における減肥技術

試験1で開発した畝内条施肥器を用いて施肥窒素削減による安定生産技術を確認するために、以下の検討を行った。

まず、施用する窒素全量を10a当たり26kgとして、全面全層施肥と畝内施肥との組み合わせ割合について検討した。試験区は10a当たり施用窒素を、①畝内施肥のみ26kg、②全面全層施肥の5kgと畝内施肥の21kgとの組み合わせ、③全面全層施肥の10kgと畝内施肥の16kgの組み合わせ3処理区と慣行施肥区の計4区を設けた。全面全層施肥、畝内施肥、慣行施肥の基肥は、2001年9月12日に施用し、肥料は全面全層施肥が尿素入り硫加燐安48号、畝内施肥、慣行施肥が試験1と同じ肥料を用いた。慣行施肥は、基肥を10a当たり窒素22kg施肥し、追肥を10月12日と11月15日にNK化成2号を10a当たり窒素5kgずつ表面施肥した。育苗は128セルトレイを用いて26日間行い、定植は9月13日に行った（以下の試験も同じ）。栽植様式、試験規模、植物体の生育、収穫調査は、試験1と同じ。

次に、全面全層施肥との組み合わせに適する畝内施肥量について検討した。試験区は10a当たり窒素施用量を、①29kg（慣行施肥の90%，うち畝内施肥19kg）、②26kg（慣行の80%，うち畝内施肥16kg）、③22kg（慣行の70%，うち畝内施肥12kg）とする3処理区と慣行施肥区（32kg）の計4区を設けた。

さらに、畝内施肥として施用する緩効性肥料の種類について検討した。供試肥料は、①窒素の50%が被覆尿素（シグモイド型40日タイプ）で、50%が速効性窒素であるエムコートS404、②窒素の30%が被覆尿素（シグモイド型40日タイプ）で、70%が速効性窒素であるエムコートS303を用いる2処理区を設けた。施肥は10a当たり窒素10kgの全面全層施肥と10a当たり窒素16kgの畝内施肥を組み合わせを行い、全面全層施肥には尿素入り硫加燐安48号を用いた。栽植様式、試験規模、植物体の調査、収穫調査は、試験1と同じ。

結果および考察

試験1：幅広型畝内施肥器の開発

肥料は、吐出口の横幅と同じ幅で散布され、横幅が13cmの吐出口を用いた場合、散布横幅は約13cmであった。散布縦幅は、①吐出口2段、鉄板装着が約8cm、②吐

第2表 定植45日後の土壌中硝酸態窒素分布

吐出管の形状	吐出口の横幅	I	II	III	IV	V	VI	平均値
		mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
①	13cm	8.2	12.1	10.6	5.6	8.9	8.6	9.0
①	8cm	4.4	14.7	6.1	4.3	10.0	4.2	7.3
①	5cm	2.3	18.7	3.5	3.1	12.9	2.0	7.1
②	13cm	8.5	12.8	11.1	4.6	8.2	7.6	8.8
③	13cm	9.3	12.3	12.1	4.0	7.2	5.2	8.4
④	3cm	1.3	18.7	2.8	3.1	12.9	2.0	6.8
慣行施肥		1.6	3.9	1.6	1.0	2.4	1.7	2.6

注) 1. 乾土100g当たり。

2. 条施肥は全量基肥N32kg/10a、慣行は全面全層N32kg/10a（基肥22kg+追肥5kg+追肥5kg）。

3. 肥料吐出口の形状は第1表と同じ。

出口1段、鉄板装着が約6cm、③吐出口1段が約2cmであった（第1図、一部データ略）。森本ら¹⁰⁾は、ロータリ耕耘器内にレーキを装着したアップカット・ロータリでの碎土性能を調査した結果、耕耘時に土塊はロータリ爪によって飛ばされロータリ後方のレーキに衝突する。径の大きな土塊の大部分はレーキを通過できずに滞留して下に堆積するが、径の小さな土塊と径の中等度の土塊は通過してレーキ後方で混合することを報告している。今回、③吐出口1段区では肥料が横一直線に近い散布になるのに対して、①の吐出口2段や①、②の鉄板装着区ではアップカット・ロータリ耕耘器内と同様に後方に飛散した土塊が吐出口や鉄板に衝突して土塊の滞留ができ、吐出口から出た肥料が土と混合したため、肥料が縦方向に広がったと推察される。

次に、定植45日後に土壌を断片状に分割して採取し（第2図）、①吐出口2段、鉄板装着の吐出管を用いた横幅5cm、8cm、13cm区、横幅が13cmで吐出口構造が①、②、③区の畝内土壌中の硝酸態窒素を調査した結果を第2表に示した。吐出口2段、鉄板装着の横幅13cm区では

第3表 畝内条施肥栽培における吐出管の形状とキャベツの生育、結球重

吐出管 の形状	吐出口 の横幅	10月4日				11月21日		結球重	収穫 最盛期
		草丈	葉数	最大葉幅	葉色値	株張り	最大葉幅		
		cm	枚	cm		cm	cm	g	月 日
①	13cm	21.2	12.8	12.6	53	59.5	31.9	1,120	12.16
①	8cm	20.3	12.1	12.0	54	58.7	30.8	1,106	12.18
①	5cm	19.2	11.9	11.6	56	57.8	30.5	1,102	12.20
②	13cm	20.7	12.2	12.4	54	59.0	31.5	1,118	12.16
③	13cm	20.1	12.1	12.2	54	58.9	31.2	1,110	12.18
④	3cm	18.9	11.9	11.4	57	57.5	30.0	1,099	12.22
(対照)慣行		22.4	12.9	13.2	49	57.1	29.7	1,083	12.14

注) 1. 品種は「YR錦秋強力152」、2000年9月11日定植。

2. 条施肥は全量基肥N32kg/10a (エムコートS404 (14-10-14) 速効性50%溶出期間40日) を使用。
慣行施肥は基肥22kg+追肥5kg+追肥5kg。

3. 肥料吐出口の形状は表1と同じ。

株直下から横5～10cm範囲のⅠ、Ⅲの位置に硝酸態窒素が乾土100g当たり8.2、10.6mg存在していた。幅が最も狭い横幅5cm区では株直下のⅡに18.7mgと多量存在したが、Ⅰ、Ⅲには2.3、3.5mgと少量しか含まれていなかった。また、横幅13cmで吐出口2段、鉄板装着区ではⅣ、Ⅵの位置に硝酸態窒素が5.6、8.6mg存在していたが、吐出口1段区ではⅣ、Ⅵに4.0、5.2mgと少量しか含まれていなかった。(第2表、第2図)。これは、吐出口の横幅、段数の増大や鉄板装着によって肥料の散布範囲が広くなり、肥料から溶出する窒素成分が広がったものと思われる。また、日下ら⁹⁾はインキュベート実験において肥料を密着させた条施肥と全層施肥の硝酸化成を比較した結果、条施肥では硝化作用が抑制されたことを報告している。今回の実験は全区の窒素施用量が同量だが、調査範囲内の硝酸態窒素全量は広い範囲に施肥された吐出口2段、鉄板装着の横幅13cm区に比べて肥料が集中している横幅3cm区が少なく、これは硝化作用の抑制が要因のひとつと推察される。したがって、従来型の横幅3cmでは土壌中の硝酸態窒素は株元直下に多量に含まれるが、株から離れると含有量が顕著に少ない。一方、吐出口2段、鉄板装着、横幅13cmの吐出口を用いることにより植物体を中心に広範囲にほぼ均一の硝酸態窒素が存在することが明らかになった。

さらに、異なる肥料吐出管を用いた場合の生育、収量を調査した。10月4日の生育は、吐出口2段、鉄板装着では横幅13cm区が草丈、葉数、最大葉幅ともに最も優れ、最大葉葉色はSPAD値で53と最も淡かった。一方、横幅5cm区は草丈等が最も劣り、最大葉葉色値は56と濃い傾向を示した。横幅が13cmで、吐出口構造が①吐出口2段、鉄板装着、②吐出口1段、鉄板装着、③吐出口1段区の比較では吐出口2段、鉄板装着区が草丈、葉数、最大葉幅ともに最も優れていた。畝内施肥と慣行施肥との比較では、慣行施肥区は畝内施肥13cm区に比べて草丈、最大葉幅が優れ、最大葉葉色値は4ポイント少なかった。11月21日の株張り、最大葉葉幅は、吐出口2段、鉄板装着、横幅13cm区が条施肥、慣行区の中で最も大きな値を示した。また、収穫時の結球重は、吐出口2段、鉄板装着、13cm区が最も重く、収穫最盛期は慣行施肥区に比べ

て2日遅れた(第3表、一部データ略)。

草川ら⁸⁾は中耕培土機を改良して畝内条施肥を検討した結果、基肥に速効性肥料を10a当たり窒素16kgの施用した場合、株の枯死やしおれ等は観察されなかったが、肥料の濃度障害による生育の停滞が見られたと報告している。今回、速効成分を50%含んだ肥料を10a当たり窒素32kg施用したが、定植14日後の畝内施肥横幅13cm区

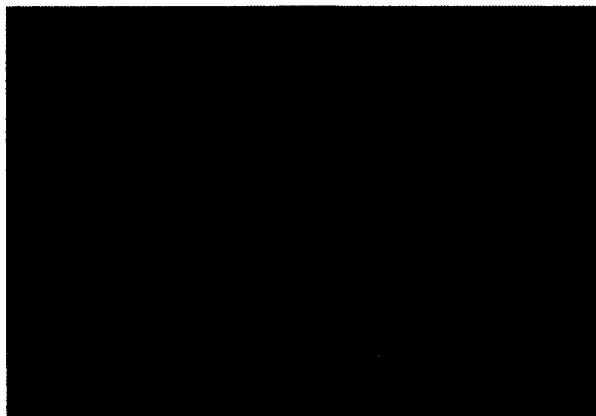
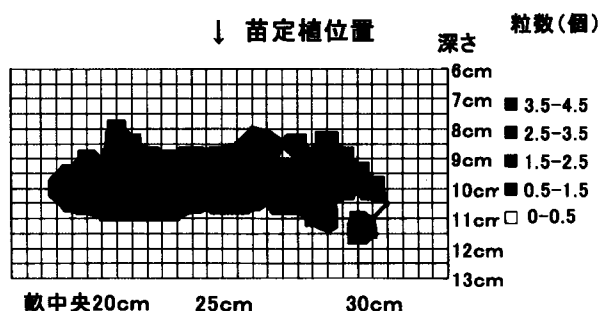


写真3 開発した幅広型肥料吐出管

第4表 幅広型肥料吐出管の特徴

吐出管の形状：	先端部が扇型
肥料吐出口の形状：	横幅13cm、縦幅1.5cm
吐出口の下部：	2本の直管(長さ4cm)装着 中央部の下面を底上げ



第3図 開発器で散布した場合の畝内の肥料分布

は横幅3cm区に比べて生育が優れ、葉色が薄かった。これは肥料散布が広範囲となり肥料による濃度障害を抑制できたためと推察される。また、白井ら¹³⁾は、キャベツの枠栽培試験(黒ボク土)において全層施肥と条施肥について根の発達と収量を調査した結果、条施肥では根は施肥範囲内で発達するため根域は狭い。一方、全層施肥は根域が広く、根量も多いため、肥料の吸収効率がよく、キャベツの生育が優れたと報告している。これは、肥料を広範囲に散布すると収穫最盛期が早くなった今回の報告と一致する。

以上の試験結果から、畝内の広範囲に肥料を散布させるとキャベツの生育量が向上することが明らかになり、広範囲の散布には肥料吐出口の横幅を広げ、吐出口を2段とし、吐出口下に鉄板を装着する構造が有効なことが明らかとなった。しかし、実際場面の施肥・作畝作業では、圃場に稲株、雑草などの夾雑物が多い場合や、土壌水分が高い条件での作業を想定しなければならず、作業時に土中に埋没する肥料吐出部が大きすぎると畝上面に溝跡が残る恐れがある。そこで、開発機は吐出口の横幅は13cmとし、吐出口は1段、吐出口下に鉄棒を2本装着させることとした(第4表、写真3、第3図)。

試験2：キャベツ初冬出し栽培における減肥技術

試験1の結果から畝内条施肥での生育初期は13cm幅区でも慣行施肥区に比べて生育が劣っていたため、初期の生育向上のために畝内施肥と全面全層施肥とを組み合わせる施肥法を検討した。9月21日に8cm深さの土壌ECを測定した結果、窒素10kg/10aの全面全層施肥と畝内施肥16kg/10aを組み合わせた区では0.24ms/cmだったのに対し、畝内施肥のみの区は0.35ms/cmと約50%高い値を示した。9月25日の草丈、最大葉幅は全面全層に5、10kg/10a施肥と畝内施肥を組み合わせた区が畝内施肥のみの区に比べて優れていた。また、窒素10kg/10aの全面全層施肥と畝内施肥16kg/10aを組み合わせた区の最大葉幅は慣行施肥区に比べて優れていた。10月3日の株張り、最大葉幅は、窒素10kg/10aの全面全層施肥と畝内施肥16kg/10aを組み合わせた区が他の畝内施肥区、窒素32kg/10aを施用した慣行施肥区に比べて大きな値を示した。収穫期の結球重は、窒素10kg/10aの全面全層施肥と畝内施肥16kg/10aを組み合わせた区が最も重く、この区の収穫最盛期は慣行区と同日だった(第5表)。

以上のことから、キャベツの初冬出し栽培において、全面全層施肥と今回開発した幅広型畝内施肥器を用いた畝内施肥を組み合わせることにより、従来畝内施肥技術

第5表 キャベツ栽培における畝内条施肥方法と生育、結球重

全面全層施肥	条施肥	合計	9月25日			10月3日			結球重	収穫最盛期
			草丈	最大葉幅	葉色値	株張り	最大葉幅	葉色値		
kg	kg	kg	cm	cm		cm	cm		g	月 日
0	26	26	17.6	6.1	54	28.0	13.1	55	1,410	12.18
5	21	26	18.1	7.6	52	34.0	15.4	54	1,452	12.12
10	16	26	18.2	8.1	51	36.0	16.2	52	1,509	12.12
(対照) 慣行施肥	32		19.6	7.5	49	34.8	15.0	52	1,448	12.12

注) 1. 品種は‘YR錦秋強力152’、2001年9月13日定植。

2. 施肥は、全面全層施肥10kg/10a(作畝前に硫加燐安48(16-16-16))と条施肥(エムコートS404(14-10-14)速効性50%溶出期間40日)を施用。慣行施肥は基肥全面全層施肥22kg+追肥5kg+追肥5kg。

第6表 キャベツの畝内施肥栽培における施肥量と生育、結球重

10a当たり 窒素施用量	9月25日			10月23日			結球重	収穫最盛期
	草丈	最大葉幅	葉色値	株張り	最大葉幅	葉色値		
kg	cm	cm		cm	cm		g	月 日
29(90)	16.9	6.0	60	58.0	26.0	66	1,462	12.16
26(80)	17.2	5.9	58	54.5	26.4	65	1,411	12.18
22(70)	16.8	6.0	57	52.1	25.4	64	1,365	12.18
(慣行) 32(100)	17.4	6.3	55	53.7	25.9	64	1,408	12.18

注) 1. 品種、定植日、畝内施肥、慣行施肥管理は表5と同じ。

2. 0内の数字は慣行を100とした相対比。

第7表 キャベツ畝内施肥栽培における肥料の種類と生育、結球重

種類	被覆尿 素割合	9月25日			10月3日			結球重	収穫最盛期
		草丈	最大葉幅	葉色値	株張り	最大葉幅	葉色値		
	%	cm	cm		cm	cm		g	月 日
被覆尿素	50	18.3	8.0	50	36.3	16.5	52	1,509	12.12
同上	30	18.3	8.0	53	37.0	16.4	57	1,459	12.12

注) 品種、定植日は第5表と同じ。施肥は全層施肥N10kg+畝内施肥N16kg。

の課題であった生育初期の濃度障害等による生育の停滞をなくすことができ、窒素施用量を慣行施肥の2割少ない10a当たり26kgまで減肥しても慣行と同等以上の結球重が得られ、収穫最盛期も慣行と同じにできることが明らかとなった。

次に、慣行施肥と同等の生育量を確保できる施用窒素の削減量を明らかにするために、10a当たり窒素10kgの全面全層施肥と畝内施肥を組み合わせた施肥法で窒素施用量が異なる場合の生育、収量を調査した。10月23日の株張りは、慣行の10%減肥の10a当たり窒素29kg施肥区が畝内施肥、慣行施肥区の中で最も優れていた。収穫時の結球重は畝内施肥では窒素29kg施肥区が最も重く、次に26kg施肥区であった。26kg施肥区は慣行施肥区と同等で、収穫最盛期は慣行と同日であったが、22kg施肥区は慣行区に比べて結球重がやや劣っていた（第6表）。

大川ら¹¹⁾は緩効性肥料を用いた畝内条施肥で窒素施肥量を検討した結果、畝内条施肥は施用窒素を慣行施肥の40%減肥すると結球重が明らかに減少したが、20%減肥しても結球重の有意な低下はなかったと報告している。今回の試験でも窒素施用量を慣行施肥の20%減肥しても慣行と同等の収量が得られることが明らかになった。

また、畝内施肥として施用する緩効性肥料の初冬出し栽培に適した被覆尿素有含有割合を検討した。10月3日の株張り、葉色値は30%区が50%区に比べて大きな値を示した。収穫時の結球重は50%区が30%区に比べて重かった（第7表）。

以上のことから、キャベツの初冬出し栽培において、全面全層施肥と今回開発した幅広型畝内施肥器を用いた畝内施肥には窒素成分のうち50%が被覆尿素である緩効性肥料が適すると考えられる。

引用文献

- 1) 福岡県・福岡県農政部生産流通課(2002)福岡の野菜動向. P46.
- 2) 長谷川進・加藤 淳・鎌田賢一(1991)野菜におけるペースト肥料の効率的施肥技術(第3報)はくさいに対する側条施肥法の開発. 北海道農試報告58: 4.
- 3) 石塚喜明・林満・尾形昭逸・原田勇(1964)畑作物に対する施肥位置に関する研究(第3報)各種作物根系の

特性とそれにおよぼす各種肥料濃度の影響. 土肥誌35: 159~164.

- 4) 加藤 淳・桃野 寛・鎌田賢一(1991)野菜におけるペースト肥料の効率的施肥技術(第1報)ダイコンに対する側条施肥法の開発. 北海道農試報告58: 3.
- 5) 小出哲哉・伊藤武志(1998)キャベツにおけるセル培養土内基肥施用法の確立. 愛知農総試研報30: 145~152.
- 6) 日下昭二・渡辺和彦・今井太磨雄・山田和雄・西山久代・宗野重徳(1970)施肥位置と窒素の動態について. 兵庫県農試研報18: 35~38.
- 7) 草川知行・吉井幸子(1993)条施肥畝立て機を利用したキャベツの減化学肥料栽培. 園学雑誌67別2: 295.
- 8) 草川知行・吉井幸子・高橋 強(1999)条施肥畝立て機を利用したキャベツの減化学肥料栽培. 千葉農試研報40: 1~8.
- 9) 桃野 寛・加藤 淳・道場三喜雄(1991)野菜におけるペースト肥料の効率的施肥技術(第2報)スポット施肥播種機の開発. 北海道農試報告58: 4.
- 10) 森本国夫・三浦恭志郎・八木 茂・唐橋 需(1982)レーキ付きアップカット・ロータリの作業性能. 農機誌43(3): 375~378.
- 11) 大川浩司・林 悟朗(1998)機械利用によるうね内条施肥法がキャベツの生育斉一化と肥料の利用効率に及ぼす影響. 愛知農総試研報30: 157~162.
- 12) 大川浩司・水野英之(1998)キャベツ栽培の省力化と環境負荷軽減対策—うね内条施肥法による生育揃いと環境負荷軽減を中心として—. 農及園73: 1300~1306.
- 13) 白井一則・井上恒久(1999)被覆尿素有の施肥位置が秋冬作キャベツ(年明け採り)の生育に及ぼす影響. 愛知農総試研報31: 121~130.
- 14) 戸沢英男(1993)野菜の省力・効果的な畑作型施肥播種管理栽培法. 農業技術体系. 土壌施肥6, 農山漁文化協会, P96の2~9.
- 15) 山田和義・梅宮善章・山田昌彦・小松憲一・吉田清志(1994)全面マルチ栽培のレタス、ハクサイにおける収量、窒素吸収及び土壌無機窒素に対する全面施肥と条施肥の比較. 長野中信農試報告12: 47~60.