

肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会

中間取りまとめ報告書

平成21年7月14日

目 次

1	検討の経緯	1
2	肥料をめぐる現状	
(1)	肥料価格の動向	2
(2)	経営費に占める肥料費の動向	2
(3)	我が国の農地土壌の現状及び土壌診断の状況	3
(4)	減肥基準の策定状況	4
(5)	施肥指導体制の現状	4
3	作物別にみた施肥の現状と課題	
(1)	稲 作	6
(2)	北海道畑作	7
(3)	露地野菜	8
(4)	施設野菜	8
(5)	果 樹	9
(6)	茶	10
(7)	牧草・飼料作物	10
4	今後の対応方向	
(1)	土壌診断に基づく施肥設計の見直しや、これに必要な減肥基準策定の推進	
①	土壌診断に基づく施肥設計の見直しの強化	12
②	農業者段階での施肥低減の実践	12

③ 減肥基準の策定・更新	13
④ その他	14
(2) 地域有機資源の活用や施肥低減技術の導入等による施肥改善の推進	
① たい肥、未利用・低利用資源の活用	14
② 緑肥作物の利用	15
③ 施肥低減技術の導入・開発	15
(3) 適正施肥や施肥低減技術の導入に取り組むための指導体制のあり方	
① 農業者に対する施肥指導体制の再構築	16
② 指導的役割を担う人材の育成	17
(別紙) 作物別にみた施肥の現状と課題	
I 稲作	18
II 北海道畑作	24
III 露地野菜	31
IV 施設野菜	36
V 果樹	40
VI 茶	44
VII 牧草・飼料作物	48
○ 「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」委員名簿	51
○ これまでの検討の経過	53

肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会 中間取りまとめ報告書

1 検討の経緯

作物の栄養分となる肥料は、作物生産における重要な生産資材の1つであり、また、農業経営面においては、肥料費は経営費の1～2割程度と一定のウエイトを占めるものとなっている。このようなことから、農林水産省では、農業所得の確保に向け、肥料のコスト低減や省力化の観点から、作物の品質や収量を確保しつつ、施肥低減を図る取組を推進してきたところである。

一方、肥料及び肥料原料の輸入価格は、近年、国際的な肥料需要の増加や、肥料原料の供給資源が限られることなどを背景に上昇傾向にあったが、平成20年に入って急上昇し、これを受けて、平成20肥料年度（平成20年7月～平成21年6月）の国内の肥料価格は、平成19肥料年度に比べて大幅に上昇し、作物生産や農業経営への影響が懸念されるようになった。

このため、農林水産省では、肥料価格の高騰による農業経営への影響を緩和するための緊急的な措置として、平成20年度第1次補正予算において、施肥低減に取り組むことを条件に、肥料費の増加分に着目した対策を講じたところである。

その後、平成21年7月からの平成21肥料年度における肥料価格については、肥料原料の価格の高騰が落ち着き、おおむね低下傾向に転じたことに加え、海上運賃の低下や円高等の値下げ要因が反映された結果、高度化成肥料で対前年比24%の値下げとなったところであるが、平成19肥料年度と比べると、依然として多くの品目で2～3割程度高い状況にある。このようなことから、農業現場では、中長期的な視点から、省資源型の農業生産体系への転換を図り、肥料高騰に耐えうる農業経営を確立することが重要となっている。

こうした状況の下、農林水産省では、肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会を開催し、平成21年3月から4回にわたり、

- ① 土壌診断に基づく施肥設計の見直しやこれに必要な減肥基準策定の推進
- ② 地域有機資源の活用や施肥低減技術の導入等による施肥改善の推進
- ③ 適正施肥や施肥低減技術の導入に取り組むための指導体制のあり方

等について、多くの科学的データを踏まえ、施肥改善をめぐる現状と課題、今後の対応方向等について検討を行ってきた。今般、これまでの議論を取りまとめ、中間取りまとめとして一定の整理を行うこととしたところである。

2 肥料をめぐる現状

(1) 肥料価格の動向

肥料の三大栄養素とされる窒素、リン酸及び加里について、その原料の生産・産出国をみると、尿素（窒素質肥料）の生産は、中国、インド、米国、ロシア、カナダ等のほか、中東等の原油及び天然ガスの産出国で行われている。また、りん鉱石は、中国、米国、モロッコ及び西サハラ、ロシアの4か国（地域）で世界の産出量の7割以上、加里鉱石は、カナダ、ロシア、ベラルーシ、ドイツの4か国で世界の産出量の3/4を占めており、特にりん鉱石及び加里鉱石は、限られた国に偏在する特徴を有している。

また、我が国は、肥料原料のほとんどを海外に依存しており、肥料原料及び肥料の主要輸入先をみると、尿素は、マレーシア及び中国の2か国で輸入量の9割、りん鉱石は、中国、ヨルダン、モロッコの3か国で輸入量の8割以上、塩化加里は、カナダ及びロシアの2か国で輸入量の9割以上を占めている。

肥料及び肥料原料の輸入価格は、近年、上昇傾向で推移してきたところであるが、平成20年に入って急上昇したことから、平成20肥料年度の国内の肥料価格は、高度化成肥料で6割上昇するなど、大幅に上昇することとなった。肥料原料の価格高騰の要因としては、平成20年の急激な原油価格の高騰によるもののほか、近年の中国やインドの食料増産、米国、ブラジルのバイオ燃料の増産等により肥料需要が増加していること、及び原料の供給先が限られていることなどが挙げられる。

このほか、主要な窒素質肥料の1つである硫酸は、化学繊維・鉄鋼の副産物として産出されており、従来から国内で生産されているが、国内におけるナイロン原料・粗鋼の大幅減産による供給減や、農業現場における化成肥料から単肥への切替の動きなどにより、その需要が大幅に増加していることから、不足分をアメリカ合衆国及びカナダから輸入せざるを得ない状況となっている。

その後、肥料原料の価格の高騰が落ち着き、おおむね低下傾向に転じたことに加え、海上運賃の低下や円高等の値下げ要因が反映された結果、平成21肥料年度の肥料価格については、高度化成肥料で対前年比24%の値下げとなったところである。しかしながら、平成21肥料年度の肥料価格は、平成19肥料年度に比べると、依然として多くの品目で2～3割程度高い状況にあるほか、原油価格、為替相場及び海上運賃は流動的であり、世界的な肥料需給は依然として楽観を許さない状況にあると考えられる。

(2) 経営費に占める肥料費の動向

農業経営における肥料費の位置づけをみると、営農類型別の経営費に占める肥料費の割合は、最も低い水田作経営及び果樹作経営で1割未満、最も高い畑作経営でも2割未満となっている。

また、水稻について、米生産費に占める肥料費の割合をみると、従来7%程度で推移してきたところであるが、平成20肥料年度の肥料価格の上昇を受け、平成21年産の米生産費に占める肥料費を推計すると、平成20年産に比べて3割程度の上昇、また、費用合計に占める割合で2ポイント程度の上昇が見込まれるなど、平成21年産の作物では、各作目とも、肥料高騰により農業経営に大きな影響を受けるものと見込まれる。

(3) 我が国の農地土壌の現状及び土壌診断の状況

我が国の施肥改善を考えていくためには、まず、農地土壌の実態を把握し、これを踏まえた対応を検討する必要がある。

農林水産省などが実施した「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」をもとに、我が国の農地土壌における有効態リン酸及び交換性加里の状況を営農類型別にみると、水田土壌における有効態リン酸含有量は、調査開始時に比べて約1.5倍となっているほか、北海道畑作土壌、野菜畑土壌等、各作物いずれの土壌においても、調査開始から増加傾向で推移しており、地力増進基本指針に基づく上限値を超えて有効態リン酸が過剰に蓄積されているほ場の割合（99～03）は、水田土壌53%、北海道畑作土壌37%等となっている。

他方、水田土壌における交換性加里含有量は調査開始時に比べて約1.3倍となっており、また、北海道畑作土壌、野菜畑土壌、茶園地土壌等では、横ばい傾向で推移しているものの、その蓄積状況をみると、上限値を超えて交換性加里が過剰に蓄積されているほ場の割合（99～03）は、水田土壌29%、北海道畑作土壌70%等となっている。

また、施肥改善を行うためには、農業者は自らのほ場について土壌診断を行い、これをもとに施肥設計の見直しや施肥低減技術の導入等を図ることが重要となる。土壌診断は、試験研究機関、普及指導センター、JA、民間団体等で実施されているが、土壌診断実施点数をみると、近年、483千点（平成14年度）から491千点（平成18年度）と微増しているものの、土壌診断結果に基づく処方箋件数は、434千件（平成14年度）から379千件（平成18年度）と約13%減少しており、特に普及指導センターにおける件数は、192千件（平成14年度）から129千件（平成18年度）と約33%減と大きく減少している。このような中、農業者の施肥改善の取組を促進するため、減肥基準を策定し、これと土壌診断を組み合わせることによ

り、適切な施肥指導を行っている都道府県もある。

なお、農林水産省では、土壤中の養分過剰蓄積や肥料原料価格の高騰を受け、平成20年7月、「肥料価格高騰に対応した肥料コスト低減に向けた取組の強化について」（平成20年7月10日付け生産局長通知）を発出し、都道府県に対して、たい肥を施用した場合や、土壌診断等により土壌中への肥料成分の過剰蓄積が明らかになった場合の施肥低減方法等の明確化を指導してきたところである。

（４）減肥基準の策定状況

減肥基準とは、作物ごとの標準的な施肥量の基準に加え、土壌診断結果により明らかになった土壌中の肥料成分の含有量をもとに、作物の収量や品質に影響を与えない範囲で、標準的な施肥量よりどの程度施肥量を減らすことができるかを示す基準である。また、これに加えて、たい肥等の有機物を施用する場合に、その肥料成分を考慮して減肥可能な施肥量を示す基準を含むものについても、減肥基準の一態様として考えられる。肥料成分が過剰に蓄積している農地土壌では、減肥基準を活用することにより、施肥量を減らすことが可能である。

減肥基準については、農林水産省では、平成20年7月10日付けで発出した（3）の生産局長通知において、肥料高騰に対応して各都道府県で減肥基準に基づく施肥指導を徹底するよう通知したところである。しかしながら、平成21年3月に農林水産省が実施した都道府県に対する減肥基準策定調査によると、29県で基準の策定（うち7県は一部作物のみ基準を策定）がなされ、5県で基準の策定中であるものの、13県で基準の策定が進んでいない現状にある。基準づくりに着手できない理由として、そもそも減肥試験を行っておらず、基準を定める基礎データが不足していることが挙げられている。

（５）施肥指導体制の現状

農業者が適正施肥や施肥低減技術の導入に取り組もうとする場合、土壌・肥料に関する専門的知見を備えた人材がきめ細かな技術指導を行うとともに、関係者が連携して対応する指導体制を構築することが重要である。

普及指導員の育成については、国及び県段階で普及指導員向け研修を実施している。このうち、国段階においては、平成20年度までは環境保全型農業に係る研修の一部に土壌診断や施肥指導に関するカリキュラムが設けられていたのみであったが、平成21年度から省エネルギー・省資源対策導入支援研修を創設するなど、指導強化に向けた見直しが行われたところであり、県段階においても必要に応じて同様の見直しが求められる。

また、全国農業協同組合連合会が実施する営農指導員向け研修や、全国肥料商連合会が実施する施肥技術指導員認定試験や研修は、全国向けに行うものであるため、土壌・肥料に関する一般知識、土壌分析・診断の活用等を習得するものとなっており、施肥基準の内容が都道府県によって異なることから、土壌中の肥料成分を活用した施肥低減の指導を行っている先進事例や減肥基準の内容を習得するカリキュラムとは位置付けが異なっている。

また、農林水産省が都道府県を対象として実施した調査（平成20年9月）によると、効率的施肥技術に関する取組については、研修会・勉強会、技術実証ほの設置、個別農業者向け指導のいずれも1／3程度の県で行われていないのが実態である。

一方、28県において、普及部局とJA等の関係機関が連携し、土壌診断の実施拡大や施肥指導の強化などについて、戦略的・計画的に対応する体制が整備されている。このうち、岩手県では、1か所の普及指導センターを拠点と定め、普及指導員による施肥指導に関する実証ほの設置等の調査研究の成績の分析、生育障害の原因究明等の課題解決に必要な分析を集中的に行うことにより、効率的で高度な分析支援体制を構築している。

3 作物別にみた施肥の現状と課題

(1) 稲 作 （詳細については、別紙1のIを参照）

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

水田土壌では、化学肥料の施用量はいずれも減少傾向で推移しているものの、土壌中の有効態リン酸及び交換性加里は蓄積し続けている傾向にある。このような状況にも関わらず、稲作では連作障害や土壌病害が発生しにくいという水田の特徴を背景として、土壌診断の実施割合は33haに1点、土壌診断に基づく処方箋の作成割合は5割と他の作物に比べて低い現状にあると考えられる。

このため、稲作における土壌診断・分析に当たっては、水田においても、リン酸・加里などの肥料成分が蓄積していることが多いことなどを農家に情報提供することにより、農家の意識改革を図るとともに、土壌診断を農家ごとに行うのではなく、出荷組合単位など地域で一体的に取り組むなどにより、土壌診断に基づく施肥改善をより積極的に進めるとともに、減肥基準の策定や指導體制の強化を図る必要がある。

② 地域有機資源等の活用

たい肥については、散布労力がかかることや、品質・効果面での課題から、施用量が減少している状況にある。また、たい肥に含まれる肥料成分が考慮されないまま散布されている場合が見受けられる。

このため、農家の高齢化に対応したたい肥散布体制の整備や、ペレットたい肥の利用を推進するとともに、たい肥の肥料成分を的確に施肥設計に反映させ、施肥低減を図る必要がある。

また、緑肥作物については、栽培面積が減少傾向にあるが、転作大豆の前作にヘアリーベッチ等の緑肥作物を栽培し、土壌にすき込むことが大豆の作柄安定に効果をもたらす等のデータがあることから、水稻のみならず、水田作全体を考慮して緑肥作物の導入を積極的に検討する必要がある。

③ 施肥低減技術の導入

側条施肥田植機や肥効調節型肥料は、気象条件によって課題があるものの、適地でも取組が遅れている地域がある。また、育苗箱全量施肥技術については、肥料コストの低減効果が期待されるにもかかわらず、生産現場にはほとんど普及していない。

このため、施肥低減技術の改善を進めつつ、側条施肥田植機や肥効調節型肥料等を活用した栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示していくとともに、育苗箱

全量施肥技術については、技術実証ほを設置し、生産現場への浸透を図りつつ、既存技術との比較検討を行い、普及の可能性を検討する必要がある。

(2) 北海道畑作 (詳細については、別紙のⅡを参照)

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

北海道畑作(麦類、豆類、ばれいしょ、てん菜)における化学肥料の施用量は、全体としてはおおむね減少傾向で推移しているものの、麦類ではリン酸質肥料が増加傾向にあり、過剰施用されているほか、豆類の窒素質肥料、ばれいしょ及びてん菜のリン酸質肥料が未だ過剰施用の状況にある。

また、北海道畑作では、土壌診断が積極的に行われているにもかかわらず、いずれの作物においても、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積傾向が継続しており、地域によっては特に高い水準となっている。

このため、土壌診断結果に基づき、「北海道施肥ガイド」の減肥基準を活用して施肥設計の見直しを行い、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を図る必要がある。併せて施肥低減の指導を徹底する施肥指導體制を再構築する必要がある。

② 地域有機資源等の活用

たい肥については、「北海道施肥ガイド」において、たい肥を施用した場合の窒素及び加里の低減可能量を定めており、これに即した施肥低減が進められているところであるが、リン酸についてもたい肥を施用した場合の減肥基準を策定するなど、施肥ガイドの充実が必要である。

また、緑肥作物については、その栽培面積が畑作麦類の作付面積の5割に留まっているなど、さらに拡大する余地があることから、地域の作物需給状況等を踏まえつつ、麦類跡地の未作付ほ場への緑肥の導入をはじめ、休閒緑肥の導入を積極的に進める必要がある。

③ 施肥低減技術の導入

北海道畑作については、1戸当たりの経営規模が大きく、実需者から高品質農産物の安定確保が求められる場合が多いことなどから、まず、土壌診断を実施して土壌の現状を把握し、その上で土壌肥沃度に応じた適切な施肥を実施する必要がある。

具体的な施肥低減技術としては、L字型肥料等への変更、作条施肥の実施、単肥の自家配合、BB肥料や高成分肥料等の利用、たい肥や緑肥作物の導入等の作物共通的な技術や、各作物において導入可能な各種技術があるほか、有効態リン酸の過剰蓄積への対応として、VA菌根菌(アーバスキュラー菌根菌)による土壌中に蓄積した有効態リン酸を活用する取組を推進する方法も考えられる。

(3) 露地野菜 (詳細については、別紙のⅢを参照)

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

露地野菜畑における化学肥料の施用量は、減少傾向で推移しているものの、土壌診断が積極的に行われているにもかかわらず、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積量は高い水準にあり、特に有効態リン酸の土壌蓄積量は増加傾向にあることから、リン酸の過剰障害が産地で発生することも懸念される。

このため、土壌診断結果に基づき、減肥基準を加味した施肥設計の見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減の指導を徹底する施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

② 地域有機資源等の活用

露地野菜畑におけるたい肥施用量は、減少傾向にあるものの、他の作物に比べて高い水準にあり、その肥料成分を考慮しないまま施用されることがリン酸の過剰蓄積や養分間の構成バランスの悪化の一因となっている可能性もある。

このため、養分の過剰蓄積による生育障害を引き起こすことのないよう、たい肥の施用に当たっては、その肥料成分を勘案した施用を行う必要があるとともに、土壌改良効果のあるたい肥の施用量を減らさずに、低減できる施肥量を示した減肥基準を策定する必要がある。

③ 施肥低減技術の導入

野菜は多様な生育特性を持ち、作目によって養分吸収パターンも異なる特徴があることから、肥効調節型肥料やうね立て同時部分施肥機など、それぞれの作目に対応した施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

(4) 施設野菜 (詳細については、別紙のⅣを参照)

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

施設野菜畑における化学肥料の施用量は、減少傾向で推移しているものの、土壌診断が積極的に行われているにもかかわらず、有効態リン酸の土壌蓄積量は増加傾向で推移し、改善目標値を大きく上回って蓄積しているとともに、交換性加里も上限値を大きく上回って蓄積する傾向にある。

このため、土壌診断結果に基づき、減肥基準を加味した施肥設計の見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減の指導を徹底する施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

② 地域有機資源等の活用

施設野菜のたい肥施用量は他の作物に比べて高いものとなっており、その肥料成分を考慮しないまま施用されることが施設野菜畑における有効態リン酸、交換性加里の蓄積の要因となっている可能性がある。

このため、土壌改良効果のあるたい肥の施用量を減らさずに、低減できる施肥量を示した減肥基準を策定する必要がある。

③ 施肥低減技術の導入

施設野菜畑では、野菜としての特性に加え、肥料成分の地下への溶脱が起こりにくいため、肥料が蓄積しやすく、これによる濃度障害も起きやすいという特徴があることから、肥効調節型肥料を用いた栽培法や育苗ポット施肥など、それぞれの作目に対応した施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

(5) 果 樹 (詳細については、別紙のVを参照)

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

果樹園における化学肥料の施用量は、減少傾向で推移しているものの、土壌診断が積極的に行われているにもかかわらず、有効態リン酸の土壌蓄積量は増加傾向で推移し、改善目標値を大きく上回って蓄積しているとともに、交換性加里も上限値を大きく上回って蓄積する傾向にある。

このため、土壌診断結果に基づき、減肥基準を加味した施肥設計の見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減の指導を徹底する施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

② 地域有機資源等の活用

草生栽培については、肥料成分の流出抑制による肥料の効率的利用や、有機物の補給効果により施肥量の低減につながるものの、大半のほ場で草生栽培が行われている作目がある一方で、実施率の低い作目や産地もある。

このため、作目や園地条件等を踏まえつつ、地域の実態にあった形での実証展示ほ場を設置し、生産現場への浸透を推進する必要がある。

③ 施肥低減技術の導入

果樹は永年性作物であり、長期間に渡って同一の場所で生育するため、その維持管理による影響が蓄積し、樹園地の土壌などの環境が徐々に変化していくという特徴があることから、肥効調節型肥料や灌水同時施肥など、これまでに実用化された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示

するとともに、普及を図る必要がある。

(6) 茶 (詳細については、別紙のVIを参照)

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

茶園地における化学肥料の施用量は、減少傾向で推移しているものの、土壌診断が一定程度行われているにもかかわらず、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積量は高い水準にあり、特に有効態リン酸の土壌蓄積量は増加傾向となっており、一部でリン酸過剰が原因とみられる生育障害も発生している。

このため、土壌診断結果に基づき、減肥基準を加味した施肥設計の見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減の指導を徹底する施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

また、茶園地では、高品質生産のために多窒素栽培が広く行われた結果、その流亡による水質汚染や、土壌の酸性化による根の活性低下などをもたらす場合があるため、窒素についても施肥基準を策定し、施肥低減を進めていくとともに、土壌の酸度矯正を含めた施肥指導を推進する必要がある。

② 地域有機資源等の活用

茶園地におけるたい肥の施用量は、高齢化に伴う労働力不足などから減少傾向にあり、効率的なたい肥施用が課題となっている。

このため、たい肥の安定確保のための組織づくり、散布作業の機械化やペレットたい肥の製造流通を促進させるとともに、たい肥の肥料成分を勘案した施用を行うためには、たい肥の種類別に化学肥料の削減可能量を示した施肥基準の整備が必要となっている。

③ 施肥低減技術の導入

茶については、窒素質肥料を多用する傾向がある一方で、地下水への硝酸性窒素の溶脱、亜酸化窒素の発生など、環境への影響が指摘されていることから、肥料の利用効率を高めながら、その施用量を低減させる取組が必要となっており、肥効調節型肥料などの機能性肥料、樹冠下点滴施肥技術など、これまでに実用化された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

(7) 牧草・飼料作物 (詳細については、別紙のVIIを参照)

① 施肥・土壌の実態及び土壌診断に基づく施肥改善

飼料畑における化学肥料の施用量は、減少傾向で推移しているものの、土壌診断

が一定程度行われているにもかかわらず、基準値に比べて、有効態リン酸、マグネシウム等に蓄積傾向がみられる。

このため、土壌診断結果に基づき、減肥基準を加味した施肥設計の見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減の指導を徹底する施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

② 地域有機資源等の活用

飼料畑におけるたい肥の施用量は減少傾向にあるが、都府県では、肥料成分によっては、たい肥などの家畜ふん尿に由来する肥料分量は、とうもろこし及びイタリアンライグラスの目標収量を得るのに必要な養分に対し、十分な水準となっている。一方、北海道では、イネ科主体の牧草の目標収量を得るのに必要な養分量に達していない。

このため、飼料畑におけるたい肥施用の推進に当たっては、たい肥の肥料成分を勘案した、施肥設計に基づく適正な施肥を行うことが必要である。

③ 施肥低減技術の導入

草地・飼料畑においては、酪農経営において発生する家畜ふん尿の効率的な利用等が重要となっており、そのためには、AMAF E 2 0 0 6（草地におけるふん尿利用・施肥設計ソフト）、成分調整成型たい肥など、これまでに開発された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

4 今後の対応方向

3では、作物の種類ごとに、土壌や施肥の実態、土壌診断や減肥基準策定の現状及びこれらに基づく施肥指導の課題、施肥低減技術の導入に当たっての現状と課題、新しい施肥低減技術等を明らかにしてきた。これらの現状と課題を踏まえ、施肥改善に向けた今後の対応方向と必要な施策のあり方を整理すると、次の主要な論点が挙げられる。

(1) 土壌診断に基づく施肥設計の見直しやこれに必要な減肥基準策定の推進

① 土壌診断に基づく施肥設計の見直しの推進

我が国の農地土壌においては、これまでの化学肥料の多用等により、リン酸及び加里を中心として、肥料成分が土壌中に過剰に蓄積している状況がみられる。また、野菜畑土壌などでは、たい肥の肥料成分が考慮されないまま施用され、土壌中に肥料成分が過剰蓄積している場合も見受けられる。しかしながら、地域や農家によっては土壌診断が必ずしも十分に実施されておらず、依然として過剰な施肥が続いている。肥料高騰に対応した施肥改善に当たっては、全国的規模で土壌診断の実施拡大を図り、各農業者が定期的に農地土壌の現状を把握し、これに基づいて施肥低減をはじめとした施肥設計の見直しを行うよう、普及啓発活動を強化する必要がある。

その際、農協合併等に伴い、近くに土壌分析機関を有しない地域が生じていることから、広域的な体制で高い処理能力を備えた土壌分析装置を整備し、関係機関の役割分担のもと、効率的な土壌診断が実施できる体制を構築する必要がある。

一方、JAや農業者グループ等が、地域のニーズに見合ったきめ細やかな土壌診断を実施できるよう、分析キットや簡易分析機器による土壌診断の簡易・迅速・低コスト化を進めるとともに、施肥量の調節に反映できるように精度を確保するための研究が求められる。

なお、可給態養分の分析手法については、今後、分析手法の改良にあわせ、地目別に分析手法の考え方を整理検討する必要がある。また、微量要素は、作物体の構成成分として、また体内の化学反応を律する酵素などの成分として必要不可欠な物質であるほか、条件によっては作物による窒素、リン酸及び加里の吸収利用に大きな影響を与えていることから、今後、診断基準を策定できるよう、研究開発を進める必要がある。

② 農業者段階での施肥低減の実践

土壌診断が実施される一方で、農業者による実際の施肥の段階で、土壌中の肥料成分やたい肥などの肥料的効果（肥効）を考慮した施肥がなされないケースがあることから、土壌分析に基づく指導や、たい肥の肥効を勘案した施肥低減を推進する

必要がある。このため、

ア 地域に実証展示ほを設置し、実際に土壌中の肥料成分に応じて施肥量を減らしても収量や品質等に影響がないこと、また、過剰施肥による品質低下や過剰障害、病虫害発生のおそれがあることを目で見て納得してもらう取組

イ 農業者は農業生産に当たり、肥料の種類や量など施肥に関する情報を自ら記録し、土壌診断時にはこれを提出するとともに、指導機関は施肥量を減らした場合の生育見通しの実証データ、コスト削減効果の試算などを活用し、処方箋をより具体的でわかりやすいものに改善する取組

ウ 関係者が連携して効果的な施肥低減事例をデータベース化し、幅広い農業者に提供していく取組

を推進する必要がある。

なお、農業者による取組に当たっては、適切な農業生産を実施するための管理のポイントを整理し、それを実践・記録する取組である「農業生産工程管理(GAP)」を導入・実践することも重要である。具体的には、施肥改善に関する作業計画を立て、チェックリストを確認の上で施肥を行うとともに、その内容を記録し、取組結果を次回の作付に役立てていくことも、施肥低減を進める上で効果的に機能するものと考えられる。

また、普及指導センター、JA等が作成する栽培ごよみに基づいて施肥設計する農業者が多いことから、栽培ごよみに減肥基準や地域の土壌診断結果等を踏まえた施肥量を掲載するよう、見直しを検討する必要がある。低成分肥料については、肥料高騰に対応して肥料銘柄の集約が行われ、L字型肥料などが普及しつつあるところであるが、処方箋に即した施肥を行えるよう、JA以外の供給も含めて一層の低成分肥料銘柄等の供給体制の整備が求められる。

将来的には、農業者が土壌や肥料に関する基礎的な知識を身に付け、自ら土壌診断に基づく施肥設計を行うことができるよう、農業者に対する研修の実施も検討すべきである。

③ 減肥基準の策定・更新の推進

作物の生育に必要な養分は、土壌・大気・水、肥料・たい肥・緑肥・作物残渣等有機物の施用により供給されており、このうち、肥料施用により供給される養分の目安として、都道府県において施肥基準が定められている。また、水田、畑、樹園地などの主要な地目ごとに土壌の養分状態などの目安となる土壌診断基準が策定されている。

減肥基準は農業者が施肥低減に取り組む際に、収量や品質への影響のない低減できる施肥量を把握する指標となるものであるが、中には、未策定や策定が一部の作

物にとどまる都道府県や、たい肥を施用した場合に削減できるリン酸の成分量の基準が設定されていない都道府県などが見られる。このため、農地土壌において土壌診断基準を超える養分蓄積が多く認められる現状に対する対応策として、当面は先進県の減肥基準やデータを利用して暫定的な基準の策定を進め、速やかに全国的に施肥低減を推進すべきである。

また、農地土壌における肥料成分の蓄積状況等の実態について、長期にわたりモニタリングする体制を構築し、継続的な施肥低減の実施により土壌中のリン酸や加里の過剰蓄積の状況が変化した場合にも適切に基準を更新できるようにすべきである。

なお、将来的には施肥低減に取り組んだ際の収量や品質などの実証データを自治体の枠を越えて蓄積、共有し、減肥基準をより精度の高いものに更新するとともに、たい肥等有機物の肥効や土壌中有効成分量の評価技術の高度化、高効率施肥技術の開発・普及などを進め、総合的な土壌肥沃度管理に発展させるべきである。

また、施設園芸や果樹、茶等、リン酸及び加里の蓄積傾向が顕著な作物については、リン酸及び加里の必要量を再検討し、施肥基準に反映すべきである。

④ その他

水質保全の観点から、特に閉鎖系の集水域においては、窒素だけでなく、リン酸についても施肥低減の取組を推進すべきである。

将来的には、施肥基準について、環境保全といった観点も含め、引き下げが可能かどうか検討する必要がある。

(2) 地域有機資源の活用や施肥低減技術の導入等による施肥改善の推進

① たい肥、未利用・低利用資源の活用

たい肥や地域において未利用・低利用のままとなっている有機資源に含まれる肥料成分を活用することも、施肥低減に有用である。

たい肥は保肥力の向上に効果があるとともに、近年は肥料成分を豊富に含む家畜排せつ物を原料とするたい肥が主体となっていることから、施肥低減にも効果がある。このため、「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書（平成20年7月）及び「たい肥等有機物を施用した場合の減肥マニュアル」（平成20年7月）に基づいてたい肥に含まれる肥料成分を考慮し、施肥低減の取組を推進することが重要である。この他、炭素貯留機能等、環境保全機能の向上に重要な役割を果たしていることから、この側面からも、たい肥の適正施用を促進する必要がある。

一方で、たい肥については、高齢化による労力不足、米価低迷による生産コスト低減の必要性から、水稻などで施用量が減少している。また、耕種農家の多くがた

い肥を利用したいとの意向を持っているものの、品質や肥効の不均一性、取扱いの問題や需給のミスマッチなどから必ずしも進んでおらず、これらの課題解決を図りつつ、一層の耕畜連携を進める必要がある。

このため、たい肥配布体制の整備、たい肥のペレット化、指導者に対するたい肥の生産方法に関する研修の実施など、耕種農家と畜産農家が連携してたい肥の活用を促進するための取組が求められる。なお、たい肥の連用により土壌中養分の高濃度化や構成バランスの悪化が見られるケースがあるので、たい肥分析や土壌分析を活用して適切に施用することが求められる。

未利用・低利用資源については、一部地域で実用化が図られている下水汚泥からのリン酸成分等の回収・利用技術の普及・定着を図るとともに、それぞれの地域に存在する未利用・低利用の有機資源の肥料への活用を促すための試験研究や導入実証について、関係機関が連携して実施する必要がある。なお、これらの取組に当たっては、肥料取締法等の関係法令の遵守を通じ、肥料の安全性等を確保することが求められる。

② 緑肥作物の利用

緑肥作物としては、マメ科、アブラナ科、イネ科などの植物が用いられており、マメ科緑肥の場合は窒素固定を通じて窒素施肥の節減に大きな効果があるほか、他の緑肥についても、土壌中に蓄積された肥料成分を吸収利用して生育した緑肥作物をすき込むことにより、肥料成分の再利用とほ場外への流出防止、有機物の補給による土壌の生物性・物理性の改善、連作から輪作への転換が期待できる。また、緑肥作物を作付することにより、土壌浸食の抑止等の効果があることも知られている。

一方、緑肥作物の作付面積をみると、作付面積は約11万ha（平成20年度）と、この5年で約2割減少しており、導入に当たっての課題として、作付に伴う種子購入・散布のコスト増や、高齢化による労力不足等が挙げられる。また、緑肥の場合、ほ場を緑肥作物のために一定期間充てる必要があることや、すき込み後は一定期間を空けてから作物を作付ける必要があることにも留意する必要がある。

このため、地域の作物需給状況等を踏まえつつ、緑肥のメリットを提示し、その導入を促進するとともに、緑肥作物の導入に当たっては、後作物への影響や、地域の土壌、気象条件等を踏まえ、適切な作物や導入時期を選択することが重要である。特に、北海道では輪作体系の見直しの中で休閒緑肥の導入について検討を行うことが必要である。

③ 施肥低減技術の導入・開発

施肥低減技術については、作目ごとに様々な技術が開発・実用化されているが、その導入状況は地域的なバラツキが大きい。このため、L字型肥料等の低成分肥料

の利用や、肥効調節型肥料、灌水同時施肥等の局所施肥など、各種の施肥低減技術について、地域ブロック又は作物ごとに、施肥低減技術に関する技術実証ほの設置、試験成果等を踏まえた施肥低減技術の導入が可能な地域や作物の明確化、技術導入に当たってのマニュアルの作成などに関係機関が連携して取り組み、導入を加速化する必要がある。また、これまでに開発された施肥低減技術の高度化と新たな技術の開発を推進する必要がある。

(3) 適正施肥や施肥低減技術の導入に取り組むための指導体制のあり方

① 農業者に対する施肥指導体制の再構築

施肥指導については、土壌診断やこれに基づく施肥指導を単独の機関で行うことが困難な場合も見受けられる中、地域における施肥指導を効率的・効果的に実施するためには、例えば、都道府県（行政、農業試験場、普及組織）、JAグループ、全国肥料商連合会各県部会等の関係者を構成員とする都道府県段階の協議会等の体制を整備し、地域の状況に応じて関係者の連携のあり方や役割分担を明確化するなどの手法が考えられる。

具体的には、この体制の下で、ア) 施肥指導方針を検討するとともに、農業者からの相談窓口を設置し、施肥改善に関する情報提供等を行う、イ) 実証展示ほの設置、普及指導センター、JA等の栽培ごよみの見直し、農業者に対する研修会の開催、農業者に対するパンフレットの作成等について、各構成員が連携して取り組むことにより、地域における施肥指導の体制強化が図られるものと考えられる。なお、関係者の連携のあり方や役割分担については、都道府県によって、関係者による施肥指導の実態が多様であることから、具体的な取組が円滑に進捗するよう、その実情に即した対応が求められる。

また、農業者のニーズに応じて上記の取組を的確に実施しうるよう、施肥に関する専門的知見を有する普及指導員やJA営農指導員を確保するとともに、OB等経験豊かな人材も積極的に活用すべきである。あわせて、広域的な土壌診断施設の充実や施肥指導ソフトの開発により、施肥指導者が指導に集中できる環境を整え、指導体制を強化していくべきである。

さらに、効果的な施肥低減事例をはじめとした施肥改善に関するデータベースを整備し、関係者が広く活用できるようにする取組を推進する必要があるとともに、将来的には、減肥基準の策定や改訂に有益なデータや施肥低減技術に関する情報を一元的に参照でき、指導者間の情報交換等を可能とする施肥低減ポータルサイトを設置し、関係機関の効率的な連携を実現する必要がある。

② 指導的役割を担う人材の育成

施肥指導を担う人材については、その研修内容が土壌・肥料に関する一般的知識に留まり、施肥低減に関する内容が十分でない場合もあることから、土壌や施肥の実態に応じて適切な施肥指導を行いうる人材の育成を全国的かつ効率的に推進するため、指導に必要な知識を網羅した汎用性の高い教材を作成する必要がある。

また、国、都道府県、JAグループや肥料販売業者などの民間事業者が実施している研修について、施肥低減技術や減肥基準の考え方に関する講義をカリキュラムに組み込んだものとする必要がある。

なお、将来的には、例えば、施肥指導アドバイザーというような、土壌診断や施肥指導に携わる人材が専門的知識を有することを証明する研修又は資格の制度を創設するとともに、指導者の資質が指導を受ける農業者から見てもわかりやすく、信頼の得やすいものとするべきである。

作物別にみた施肥の現状と課題

I 稲作

1 稲作経営における肥料費の位置づけ

水田作経営の経営費に占める肥料費の割合は、1戸当たり8.8%（平成18年）と他の営農類型よりも低いものとなっている。

また、米生産費に占める肥料費の割合は、従来7%程度で推移してきたが、平成20年における肥料価格の上昇を受け、平成21年産の米生産費に占める肥料費の割合を推計により試算すると、平成20年産に比べて3割程度上昇、また、費用合計に占める割合で2ポイント程度上昇するものと見込まれるところである。

2 稲作における施肥及び土壌診断の実態

稲作における化学肥料の施用量について、米生産費調査により近年の状況をみると、収量増を目的とした従来の施肥基準から、良食味への対応や環境に配慮した施肥を重視する観点から、窒素質肥料の施用量などを減らした新たな施肥基準への転換が進みつつあることなどから、窒素質肥料、リン酸質肥料及び加里質肥料とも減少傾向で推移しているところである。

また、「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」により、水田土壌における肥料成分の含有量をみると、長年の施肥により、有効態リン酸及び交換性加里が蓄積し続けている傾向にある。このような背景の下、「土壌管理のあり方に関する意見交換会報告書」（平成20年7月）を受け、平成20年10月、地力増進法に基づき、農林水産大臣が定める地力増進基本指針を改正・公表し、水田土壌における有効態リン酸含有量が乾土100g当たり20mgを超える場合には、20mgを超えないよう土壌改善を行うことが望ましいとしたところである。

なお、直近の「土壌機能モニタリング調査（99～03）」によると、水田土壌において有効態リン酸が乾土100g当たり20mgを超える含有量となっている地点は約半数である。また、交換性加里では約3割の地点が乾土100g当たり30mgを超える状況にある。

3 土壌診断の現状と課題

稲作における土壌診断点数をみると、76,175点（平成18年度）と施設園芸の

半数程度に留まっており、土壌診断の密度について土壌診断点数を作付面積で除することにより推計すると、33haに1点となっている。

さらに、土壌診断を実施している農家の割合について、土壌診断密度を水稻作付農家の平均作付面積1.2ha（平成18年）で除することにより推計すると、28戸の農家に1戸の割合で実施されているに過ぎないと考えられる。

しかしながら、稲作では連作障害や土壌病害虫の発生が少ないことから、農家自らが土壌診断を行う機会が少なく、水田土壌の状況を把握するインセンティブが働きにくい状況にある。

したがって、稲作においては、リン酸や加里の施肥量を抑える観点から、土壌診断により土壌における肥料成分の蓄積状況を把握することが重要であり、その実施に当たっては、例えば、個々の農家が行うのではなく、出荷組合など地域全体での実施を検討することなどにより、土壌診断の面的拡大を図る必要がある。

4 施肥指導の現状と課題

減肥基準について、農林水産省では、平成20年7月に農林水産省生産局長通知を发出し、肥料高騰に対応して各都道府県で減肥基準に基づく施肥指導を徹底するよう通知したところである。しかしながら、農林水産省が実施した都道府県に対する減肥基準策定調査（平成21年3月）によると、29県で基準の策定（うち7県は一部作物のみ基準を策定）がなされ、5県で策定中であるものの、13県で基準の策定が進んでいない現状にある。その理由としては、そもそも減肥試験を行っておらず、基準を定める基礎データが不足していることが大きな要因として挙げられる。

したがって、減肥基準が策定されていない都府県においては、他の道県の試験研究機関等と協力し、減肥試験データの共有化を図り、早期に基準づくりに取り組む必要がある。

また、普及指導センターやJA等は、農家に対する施肥指導に当たり、肥料成分のリン酸や加里が水田土壌中に過剰に蓄積している現状を伝え、土壌診断を行うよう指導すべきである。あわせて、試験研究機関等の減肥試験データに基づき、農家にとってわかりやすい説明資料を作成するとともに、生産現場に実証展示ほを設け、適切な施肥設計を行えば、施肥低減による収量減や品質低下の影響がないことを農家自身の実感として受け止めやすくなるような工夫に努め、効果的な施肥低減を実践している農家の取組事例を広く農業者に紹介する必要がある。

さらに、減肥栽培に取り組む農家は、収量減や品質低下に対する不安が大きいことから、普及指導センター及びJA等が施肥低減に関する相談窓口を設置するなどにより、日頃にも増して濃密な助言・指導ができる体制を確立する必要がある。

5 たい肥施用等の現状と課題

たい肥については、地力増進基本指針（平成20年10月公表）において、その標準的な施用量を1～1.5トン/10aと定めているが、耕種と畜産の特化・分離、農業労働力の減少・高齢化等により、たい肥の施用量は年々減少し、83kg/10a（平成19年度米生産費調査）となっている。

平成19年度のたい肥施用量の減少が著しかった東北地方及び中国四国地方について、平成21年4月に農林水産省が全ての農協（計155農協）を対象に実態調査を実施したところ、約4割弱の農協においてたい肥の施用量が減量しているという回答があり、その要因として、ア）農家の高齢化等により労力がかかる作業が難しい、イ）米価が低水準であり、たい肥施用のコストをまかなえない、ウ）たい肥の確保が困難、などが上位に挙げられている。

「家畜排せつ物たい肥の利用に関する意識・意向調査」（平成16年度）によると、たい肥施用を行わない理由として、散布に労力がかかることのほか、品質・効果面での問題が上位を占めている。また、耕種農家の多くがたい肥を利用したいとの意向を持っているものの、取扱いの問題や需給のミスマッチなどから必ずしも進んでいないことから、一層の耕畜連携を進める必要がある。

たい肥の施用については、こういった課題を踏まえ、農家の高齢化に対応したたい肥散布体制の整備や、ペレットたい肥等の利用を推進するとともに、たい肥中の肥料成分を的確に施肥設計に反映させ、施肥低減を図るべきである。

また、緑肥作物については、栽培面積が減少傾向にあるが、転作大豆の前作にヘアリーベッチ等の緑肥作物を栽培し、土壌にすき込むことが大豆の作柄安定に効果をもたらす等のデータがあることから、水稲のみならず、水田作全体を考慮して緑肥作物の導入を積極的に検討する必要がある。

6 稲作における施肥低減技術

稲作については、米の販売環境が一段と厳しくなる中で、消費者ニーズに即した特徴のある米を生産するとともに、低コスト、安定栽培技術の定着により、稲作農家の経営安定を図ることが課題となっている。これに対応して、良食味品種の作付割合が拡大するとともに、稲作経営の安定化と規模拡大に向け、農地の利用集積、生産組織や作業受委託組織の育成が図られ、施肥の場面でも省力化が求められた。

その結果、肥料の溶出調整技術が進み、長期間の肥効の持続が可能な被覆肥料（肥効調節型肥料）が開発され、水稲の窒素の利用効率の増加に大きく貢献するとともに、肥効調節型肥料が側条施肥や育苗箱全量施肥に応用され、更なる窒素の利用効率の向上と施肥量の低減につながる技術として普及が図られているところである。

(1) 側条施肥

側条施肥は、側条施肥機の効果が認識されたこと等により乗用型田植機への装着率が高まり、側条施肥田植機の普及に伴い拡大してきたところであり、農林水産省が平成19年10月に実施した調査によると、その全国普及率（平成19年度）は約50%となっている。これを地域別にみると、北陸、東海、近畿、中国四国地域で6割を超える一方で、その他の地域では5割に達しない状況となっている。

側条施肥の普及上の課題として、北海道では、高品質米を生産する観点から、追肥をしない栽培体系となっていることもあり、土壌によっては肥切れを起こす恐れがある側条施肥は課題が多いものとなっている。また、側条施肥田植機はその運用に当たり、人員を一人多く要する場合があることや、雨天の際は粒状肥料は目詰まりにより作業がしづらくなることから、これまでの栽培体系（全層施肥）を変更するインセンティブが働かない面がある。一方で、側条施肥機の目詰まりの改善も進んでおり、今後、普及率は改善するものと考えられる。

したがって、側条施肥技術については、その技術の改善状況なども示しつつ、側条施肥田植機を活用した栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示していく必要がある。

(2) 肥効調節型肥料

水稻の吸収パターンに同調して肥料成分が徐々に供給される緩効性肥料や被覆肥料等の肥効調節型肥料については、農業従事者の高齢化等に対応した施肥の省力化を図るなどの観点から、近年普及が進んできているものの、農林水産省が平成19年11月に実施した調査によると、その普及率は1/3程度に留まっている。

地域別にみると、北海道では、品質を重視して追肥を行わない栽培体系であることや、移植時期の水温が低く、肥効調節型肥料では初期生育を確保できないことから、肥効調節型肥料のメリットがないため普及していないが、北海道を除く全ての地域では、普及率はおおむね3～5割となっている。

肥効調節型肥料の普及上の課題について、全国農業協同組合中央会が実施した普及指導員に対するアンケート調査（平成16年3月実施）によると、肥効調節型肥料は価格が高いこと、気象条件により肥効が不安定であることなどが多く挙げられているほか、食味への影響の懸念、従来の施肥法に対する意識が強いことなどが挙げられている。

しかしながら、肥効調節型肥料は、追肥の削減や施肥量の減量など、省力化が可能であることから、適地では推進の強化が必要である。

(3) 育苗箱全量施肥

育苗箱全量施肥は、水稻の根と肥料が近接した接触施肥であることから、濃度障害を避けるため、肥効調節型肥料が用いられており、その中でも、育苗期間中の養分の溶出を抑えられるシグモイド型（S字型）の肥効調節が可能な肥料が中心となっている。育苗箱全量施肥は、慣行栽培に比較して作業的・コスト的に優れているほか、肥料を根にからませて本田に移植するため、代かき水への肥料混入もなく、水稻による利用率が向上するといったメリットがある。

しかしながら、育苗箱全量施肥については、農林水産省が平成21年4月に実施した調査によると、普及が進んでいる県でも普及率は10%程度と、実用化されてから10年以上が経過しているにもかかわらず、ほとんど普及が進んでいない状況にある。

したがって、育苗箱全量施肥については、技術実証ほを設置し、生産現場への浸透を推進するとともに、既存技術との比較検討を行い、普及の可能性を検討すべきである。

(4) 低成分肥料の利用

農家が施肥設計を見直し、リン酸や加里の施用量を減らした栽培に取り組むのに当たっては、肥料の選択肢を増やしていくことが不可欠である。このため、BB肥料を有する地域においては、土壌診断結果に基づき、地域で一体となって施肥設計を見直す場合は、リン酸や加里の配合割合を低くしたBB肥料を開発・普及し、これを適切に利用することが重要である。また、BB肥料を有さない地域においては、単肥を自家配合する取組を促進すべきである。

また、肥料の選定に当たっては、地域で成分比の統一を図るとともに、これまでのような各肥料成分がフラットな配合割合でなく、土壌に蓄積したリン酸や加里の成分を踏まえたL字型の配合割合を持つ肥料を導入することが必要である。

7 新たな施肥低減技術

(1) 車速に連動した高精度な可変施肥技術

(独)農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターでは、「農業機械等緊急開発事業（緊プロ）」により、農業機械メーカーと共同で、水稻などに幅広く利用できる可変施肥装置を開発し、平成20年度に実用化されたところである。可変施肥装置は、従来の早見表による設定と比べ、簡単な設定操作で正確な施肥を行うことができるため、施肥量の節減が期待されるほか、農用車両用作業ナビゲーター（一部市販中）と接続すれば、施肥マップに基づき、マップごとに設定された

施肥量調節を自動で行うことも可能である。

(2) 水田用豚ふん及び鶏ふんペレットたい肥の活用技術の開発

農林水産省では、肥料原料価格の高騰に対応するため、平成21年度よりプロジェクト研究「地域内資源を循環利用する省資源型農業確立のための研究開発」を開始しており、水田用豚ふん及び鶏ふんペレットたい肥の製造と効率的施用技術の確立や、水田における豚ふん及び鶏ふんペレットたい肥の有効活用技術の開発等に取り組むこととしている。

Ⅱ 北海道畑作

1 北海道畑作経営における肥料費の位置づけ

畑作経営の経営費に占める肥料費の割合は、1戸当たり16.6%（平成18年）と他の営農類型に比べて最も高いものとなっている。

また、各作物の生産費に占める肥料費の割合は、平成19年産では、小麦15.1%、大豆13.5%、ばれいしょ14.4%、てん菜22.5%であったが、平成20年の肥料価格の上昇を受け、平成21年産（小麦は平成20年産）の各作物の生産費に占める肥料費の割合を推計により試算すると、平成20年産（小麦は平成19年産）に比べて、費用合計に占める割合で各作物とも4～5ポイント程度上昇するものと見込まれるところである。

2 北海道普通畑における施肥及び土壌の実態

北海道畑作における麦類、豆類、ばれいしょ及びてん菜土壌の実態について、「土壌環境基礎調査（79～98）」のアンケート調査による施肥量をもとに、「北海道施肥ガイド」（平成14年9月北海道農政部、以下「施肥ガイド」という。）の施肥基準と比較すると、次のとおりとなっている。

（1）麦類畑

麦作における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料は、子実のタンパク質含量を確保する観点から多量施用が行われる傾向がみられる。また、リン酸質肥料及び加里質肥料については、過剰施用の傾向がみられる。なお、北海道では、現行品種である「ホクシン」を多収品種である「きたほなみ」に転換する予定としているが、これに伴い、今後、施肥量は増加するものと見込まれる。

また、平均的な麦類畑土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸及び交換性加里は、施肥ガイドの基準値を大きく上回って蓄積している傾向にあり、有効態リン酸では2割削減、交換性加里では4割削減できる水準にある。

（2）豆類畑土壌

豆類作における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料は大幅な過剰施用の状況にある。また、リン酸質肥料及び加里質肥料の施用量は減少傾向にある。

また、豆類畑土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸は、施肥ガイドの基準値を上回って蓄積傾向にある。これは、北海道の豆類栽培は栽培期間が短い

ことから、初期生育を確保するため、他の地域に比べてリン酸が多用されていることが影響しているとみられる。一方、交換性加里は、施肥ガイドの基準値を大幅に上回って蓄積している傾向にあり、4割削減できる水準にある。

(3) ばれいしょ畑

ばれいしょ作における化学肥料の施用量をみると、全般的に減少する傾向がみられる。その一方で、窒素・加里過剰によるデンプン価の減少、pH変動によるそうか病の発生など、不適正な施肥による品質変動が大きいことが指摘されている。

また、ばれいしょ畑土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸及び交換性加里は、施肥ガイドの基準値を大きく上回って蓄積している傾向にあり、有効態リン酸では2割削減、交換性加里では5割削減できる水準にある。

(4) てん菜畑

てん菜作における化学肥料の施用量をみると、昭和61年に重量取引から糖取引に移行したことにより、収量確保の観点からの肥料の多量施用が減ったことから、各肥料とも全般的に施用量は減少する傾向にある。しかしながら、リン酸質肥料については、未だ大幅な過剰施用の状況にある。

また、てん菜畑土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸及び交換性加里は、施肥ガイドの基準値を大きく上回って蓄積している傾向にあり、有効態リン酸では2割削減、交換性加里では4割削減できる水準にある。

3 地域別の普通畑の施肥及び土壌の実態

(1) 地域別のリン酸質肥料及び加里質肥料の施用量及び施肥基準

畑作土壌における近年のリン酸質肥料及び加里質肥料の施用量について、「土壌モニタリング調査(99～03)」により地域別(道南、道北、十勝、網走)にみると、調査地点数が少ないため作物別の分析は難しいものの、「土壌環境基礎調査(79～98)」における調査時に比べると、各地域とも、全体としては地域ごとに設定された施肥基準の範囲内に収まる傾向がみられる。しかしながら、小麦及びてん菜のリン酸質肥料については、依然として過剰施肥の状況がみられる。

また、リン酸質肥料については、地域差は $1.5 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ と小さい一方で、加里質肥料についてみると、各地域の施肥基準はほぼ一律であるにもかかわらず、地域差は $0.8 \sim 3.7 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ となっており、地域による大きな差が現れている。

(2) 地域別の土壌中の有効態リン酸及び交換性加里の含有量、土壌診断による施肥低減

「土壌環境基礎調査（99～03）」により、畑作土壌における肥料成分の含有量を地域別にみると、有効態リン酸は、各作物とも基準値 $10\sim 30\text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{ g}$ に対し、網走地域では $56.7\text{ mg P}_2\text{O}_5/100\text{ g}$ と特に蓄積が進んでおり、施肥ガイドによれば2割程度削減できる水準にある。

また、交換性加里は、各作物とも基準値 $10\sim 30\text{ mg K}_2\text{O}/100\text{ g}$ に対し、網走地域では $58.0\text{ mg K}_2\text{O}/100\text{ g}$ と特に蓄積が進んでおり、施肥ガイドによれば7割程度削減できる水準にあるほか、他の地域においても蓄積が進んでおり、それぞれ4割程度削減できる水準にある。

4 北海道畑作における土壌診断の現状と課題

北海道における土壌診断の実施点数は約12万点（平成18年度）となっており、全国の実施点数の約1/4を占めている。また、畑作における土壌診断点数61,747点（平成18年度）をもとに、これを作付面積で除することにより、畑作における土壌診断の密度を試算すると、19haに1点と推計される。北海道畑作経営農家における1戸当たりの平均経営耕地面積（平成18年度）は23.56haであることから、北海道畑作農家においては、ほぼ全ての農家で土壌診断が行われているものと考えられる。

その背景として、稲作に比べると、普通畑では連作障害や土壌病害虫の発生などが生じやすく、農業経営上の大きな障害となりうることから、これらを防止する観点から土壌診断を行い、適切な土壌管理を行うことが欠かせないことが挙げられる。

また、北海道では、普及指導センター、JA、市町村等が土壌診断を担っており、その実施に際して用いられる処方箋ソフトや土壌診断システムは、ホクレン、JA、民間会社がそれぞれ独自に作成しているものの、その根幹をなす減肥基準は施肥ガイドに準拠しており、農家向けの施肥指導は道内で統一的に実施されている。

以上のように、北海道畑作では、土壌診断が積極的に実施されているにもかかわらず、有効態リン酸や交換性加里が土壌中に蓄積している傾向が継続している現状にあり、地域によっては高い水準となっている。

このため、土壌診断の推進に当たっては、①土壌診断結果に基づく処方箋は、減肥基準に即した適切な施肥設計となっているのか、②生産現場では、処方箋に基づく施肥が実践されているのか等について総点検を行うとともに、その上で土壌診断結果に基づいて、減肥基準を加味した施肥設計の見直しを行い、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進する必要がある。あわせて、施肥指導を徹底する施肥指導体制を構築する必要がある。

5 たい肥施用の現状と課題

たい肥の施用については、たい肥に含まれる肥料成分を考慮した施肥を行うことにより、有効な減肥栽培が可能な技術として位置づけることができる。

施肥ガイドでは、地力を維持するためのたい肥の施用量を水稻、畑作物、飼料作物で1トン、牧草、露地野菜、果樹、花きで2トン、施設野菜で4トンとそれぞれ定め、その上で、たい肥を施用した場合に低減できる施肥量について、窒素は肥効率20%とするともに、加里の肥効率を100%とし、たい肥中の加里の全量に相当する肥料を減肥できるとしており、これに即した減肥が進められているところである。

一方、施肥ガイドでは、たい肥を施用した場合のリン酸に対する考慮は不十分となっており、たい肥を施用した場合のリン酸の減肥基準を設定するなど、施肥ガイドの充実が必要である。

6 緑肥作物の利用の現状と課題

(1) 緑肥の作付面積

緑肥作物は、肥料としての効果のほか、連作障害の軽減、線虫害の抑制、地力の維持・向上、農村景観の形成などを目的として導入されているが、北海道における作付面積は、近年、約6万haと横ばい傾向で推移している。

平成19年度における緑肥作物の導入状況を地域別にみると、十勝支庁管内が全道面積の32%と最も多く、次いで網走支庁(26%)、上川支庁(17%)、空知支庁(8%)となっている。また、栽培形態別にみると、後作緑肥65.4%、休閒緑肥25.5%となっている。

緑肥作物の栽培面積については、畑作麦類の作付面積の5割程度に留まっているなど、さらに拡大する余地があることから、地域の作物需給状況等を踏まえつつ、合理的な輪作体系の構築を図る観点から、麦類跡地の未作付ほ場への緑肥の導入をはじめ、休閒緑肥の導入を積極的に進める必要がある。

(2) 緑肥の肥料効果

緑肥の肥料効果に関し、まず、窒素についてみると、マメ科の緑肥はC/N比が10~20と安定して低く、窒素施肥をあまり必要としない上、根粒菌との共生により空中窒素の固定を行うため、後作物の窒素供給源として極めて有効である。

一方、イネ科やアブラナ科などのマメ科以外の緑肥は、生育期間や窒素の過不足などによりC/N比の変動が大きいことから、窒素の肥料効果は比較的小さい。ただし、肥沃度の高い土壌や残存窒素の多い土壌で栽培した緑肥はC/N比が低くなることか

ら、肥料効果が期待できる。この場合は、硝酸性窒素の水系への流亡抑制にも有益である。

次に、リン酸については、ヒマワリやマメ科緑肥等の導入による菌根菌感染等の増加、アブラナ科緑肥の導入による難溶性リン酸の可溶化などが期待される。また、加里や微量元素等については、緑肥作物の根の伸長により下層土から吸い上げた養分を後作物に供給できる効果が期待される。

(3) 緑肥すき込みによる施肥低減の可能性

「北海道緑肥作物等栽培利用指針」（平成16年3月 北海道農政部）により、緑肥をすき込んだあと、その分解により土壤中に窒素がどの程度放出されるかをみると、すき込み時の緑肥のC/N比によって大きく異なっており、C/N比の低い緑肥ほど速やかに窒素が放出され、放出量も多いことが明らかとなっている。

畑作では、緑肥作物は麦類の間作又は後作に導入される場合が多いことから、後作における窒素施肥に際しては、緑肥だけでなく麦桿も考慮する必要がある。

また、緑肥作物の加里吸収量は10～30kg/10aと多いことが知られており、すき込み後、緑肥に含まれる加里の80%に相当する低減が可能となっている。このため、後作物において加里を低減する場合、後作物の種類に応じ、緑肥作物の加里含有量と土壤中の交換性加里の含有量を考慮して対応する必要がある。

(4) 緑肥すき込みによる土壌の物理性及び生物性の改善効果

緑肥作物は、すき込み後、麦桿やたい肥に比べると速やかに土壌中で分解されるため、持続的な物理性の改善効果は小さい。一方、麦類跡地で麦桿と緑肥を併用して施用した場合は、麦桿単独の場合に比べて土壌の容積重の減少や固相率の低下がみられることから、団粒の増加や安定性の向上等の効果により、碎土性・易耕性の向上や、通気性・保水性の改善が期待できる。

また、VA菌根菌（アーバスキュラー菌根菌）の感染を受ける宿主作物を緑肥として栽培した場合、跡地ではVA菌根菌の胞子の密度が高まることから、後作物においては、VA菌根菌の感染率の上昇に伴うリン酸吸収量の増大による収量の増加が期待される。

したがって、麦桿と組み合わせた緑肥すき込みを利用するほか、VA菌根菌を活用し、土壌中に蓄積した有効態リン酸を活用する取組を推進する必要がある。

7 でん粉工場廃液の有効活用

でん粉工場では、年間81万m³（平成19年）の廃液（デカンター廃液）が排出されており、その1/4程度が普通畑に散布されているが、残りの多くは活性汚泥法により処理されたのち、廃棄処分されているところである。

このデカンター廃液には、年間でリン酸500トン、加里2,775トンが含まれているほか、多量の有機物も含まれていることから、工場から排出される汚泥については、肥料として利用が期待されるほか、廃液に含まれるこれらの肥料成分を効率的に抽出する新たな方策を検討し、その活用を図るべきである。

8 北海道畑作における施肥低減技術

北海道畑作については、1戸当たりの経営規模が大きく、実需者から高品質農産物の安定確保が求められる場合が多いことなどから、まず、土壌診断を実施して土壌の現状を把握し、その上で土壌肥沃度に応じた適切な施肥を実施する必要がある。

各作目に共通する施肥低減技術としては、①土壌診断に基づく適正施肥（L字型肥料等の活用）、②作条施肥（作条、帯状、植溝、マルチ下施肥等）の実施、③単肥を自家配合した肥料の活用、④BB肥料の活用、⑤高成分肥料の少量施肥、⑥たい肥等の有機物の施用、緑肥作物の導入等が挙げられる。

また、作目別には、①小麦では、生育診断に応じた適正施肥の実施（生育ステージに応じたきめ細かな施肥）及び灰分低減のためのリン酸・加里低減技術の確立、②豆類では、VA菌根菌の宿主作物を前作物とした輪作大豆のリン酸の減肥、牛ふん麦桿たい肥の連年施用、③ばれいしょでは、でん粉工場廃液の有効活用、④てん菜では、麦あと緑肥の導入、Nスコア法の活用等が挙げられる。

ここでは、北海道畑作の特徴的な取組を中心に、その現状や課題を取りあげることとする。

（1）リモートセンシングによる精密な土壌情報に基づく可変施肥技術

（有）テクノ・ファーム（帯広市の農業生産法人）では、農林水産省のIT活用型営農成果重視事業により、北海道、大学、民間企業と共同で、ばれいしょ及びてん菜のほ場（計19ha）において、リモートセンシングによりほ場内に分布する肥料成分の不均一性や作物の生育状況を把握し、その結果に基づいて適正施肥マップを作成し、これにより2種類の肥料散布を自動同時制御する可変施肥機を用いた的確な局所施肥を行うことにより、窒素施肥量をばれいしょで約2～6割削減する成果を得ている。

（2）Nスコア法による有機物から供給される無機態窒素の評価及び施肥量の決定

てん菜は施肥量が多く、特に過大に窒素質肥料の施用した場合、糖분을低下させるばかりでなく、河川・地下水などの水質汚染や肥料費の増加などの問題を招くおそれがある。北海道では、このような背景の下、簡便な手法により適正施肥を進める観点から、土壌中の無機態窒素量と、投入する有機物から供給される無機態窒素を評価し、これらから施肥量を簡易に決定する方法（Nスコア法）を確立している。

Nスコア法では、①最大糖量を得るためのてん菜の最適窒素吸収量は、概ね24 kg/10aであること、②てん菜の窒素吸収量は、土壌の窒素供給量（地力窒素+残存無機態窒素）に影響されること、③窒素供給量が概ね21 kg/10aであれば、てん菜の窒素吸収量は24 kg/10aとなること、④土壌の窒素供給量は有機物の施用履歴に左右されること等の知見をもとに、有機物施用に伴う窒素供給量（窒素の減肥可能量）を評点化した関係式として、「農家が施用すべき窒素量（kg/10a）＝21－Nスコア」を用いて適正な施肥量を決定できるようになっている。

9 新しい施肥低減技術

（1）VA菌根菌の宿主作物を前作物とする輪作大豆のリン酸減肥技術

農林水産省では、プロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の開発」により、VA菌根菌資材（アーバスキュラー菌根菌）を使わずに土着菌根菌を活用した低コストのリン酸減肥技術を開発した。前作物としてVA菌根菌の宿主となるトウモロコシなどを栽培した跡地に大豆などを栽培すると、VA菌根菌の感染率が増加し、作物のリン酸吸収が促進されることにより、リン酸の施用量を15 kg/10aから5 kg/10aに削減可能であることが明らかにされている。

（2）地域内有効資源を循環利用する省資源型農業確立のための研究開発

農林水産省では、肥料原料価格の高騰に対応するため、平成21年度よりプロジェクト研究「地域内資源を循環利用する省資源型農業確立のための研究開発」を開始しており、土壌診断や効率的な施肥方法による養分利用効率のよい栽培技術体系の開発や、土壌に蓄積された養分もあわせて有効に活用する技術体系の開発に取り組むこととしている。

Ⅲ 露地野菜

1 露地野菜作経営における肥料費の位置づけ

露地野菜作経営の経営費に占める肥料費の割合は、1戸当たり12.3%（平成18年）と水田作経営や果樹作経営に比べて高いものとなっている。

また、経営費に占める肥料費の割合を品目別にみると、メロン19.5%、ピーマン15.2%等に対し、キャベツ11.1%、ほうれんそう11.0%等となっており、果菜類では、栄養生長と生殖生長が同時に進行することから、葉菜類に比べて高い傾向がある。

2 露地野菜畑における施肥及び土壌の実態

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」により、露地野菜畑における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料、リン酸質肥料及び加里質肥料とも減少傾向で推移している。

一方、露地野菜畑土壌における肥料成分の含有量をみると、露地野菜は作付回数が多く、施肥量が多くなりやすいことを反映して、有効態リン酸は増加傾向で推移しており、地力増進基本指針の改善目標値の上限値に近い水準となっている。また、交換性加里は60mg/100g前後で推移しており、これは適正域の上限値をはるかに上回って蓄積している傾向にある。

3 露地野菜における土壌診断の現状と課題

露地野菜における土壌診断点数をみると、88,581点（平成18年度）と他の作物に比べて多くなっており、土壌診断が広く行われていることがわかる。また、同じく主要産地別の土壌診断密度をみると、3.4ha～15.0haに1点となっており、各主要産地の土壌診断実績も総じて高い傾向がみられる。

露地野菜畑土壌では、以上のように土壌診断が多く行われているにもかかわらず、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積傾向が継続していることから、土壌診断に基づき、減肥基準を加味した施肥設計への見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減の指導を徹底させるための施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

4 野菜畑における過剰施肥による影響と対策

（1）窒素過剰の影響と対策

野菜畑では、窒素の過剰施肥により地下水の硝酸態窒素が基準濃度を大きく超える場合が見られる中、生産者をはじめとした関係者が連携してその改善に取り組んでいる事例がみられる。

上水道の水源を全て地下水に依存しているA県B市では、昭和43年以降、にんじんの年2作周年栽培が広がった結果、昭和46年には、水源用井戸の硝酸態窒素濃度が10mgN/lを超えたことが判明し、その後急速に汚染が進行した。

その原因として、窒素施用量の多いにんじんの施肥による影響が考えられたことから、同市ニンジン部会では、市、JA、県（試験場、普及指導センター）の協力を得て、減肥による施肥改善の実証に取り組み、これをもとに施肥基準の見直しを行った。その結果、問題となっていた地下水の硝酸態窒素濃度は徐々に改善し、現在では汚染地帯は縮小している。

(2) リン酸過剰の影響

日本の土壌は、リン酸を不可給化しやすい特徴があることから、野菜作においても収量を確保する観点から、農家は不足しがちなリン酸を多く施肥してきた経緯がある。

その結果、現在ではリン酸は土壌中に十分蓄積しており、カリや石灰、苦土吸収が抑制されたり、亜鉛欠乏症状に至るなど、過剰蓄積による野菜作への影響がみられるようになってきている。また、リン酸が過剰になると、さまざまな野菜で収量が低下するほか、アブラナ科野菜では根こぶ病の発生を助長するなどの障害が発生することが知られている。

5 露地野菜畑におけるたい肥施用の現状と課題

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」によると、露地野菜畑におけるたい肥施用量は減少傾向にあるものの、1,032.5kg/10aと他の作物に比べて倍前後の高い水準にある。

また、家畜ふん等を主原料とするたい肥は多量の肥料成分を含んでいるため、養分の過剰蓄積やバランスの悪化による農作物の生育障害を引き起こすことのないよう、たい肥の施用に当たっては、その肥料成分を勘案した施用を行う必要がある。また、たい肥が有する土壌改良機能を発揮する上で望ましい施用を行いつつ、その肥効に応じた施肥削減量を示す減肥基準を策定する必要がある。

6 露地野菜における施肥低減技術

野菜には葉菜類、根菜類、果菜類などがあり、多様な生育特性を持つという特徴があ

る。野菜を生育相の変化により分類すると、①栄養生長型（しゅんぎく、こまつな、ほうれんそう等）、②栄養生長・生殖生長同時進行型（トマト、なす、きゅうり等）、③栄養生長・生殖生長転換型（キャベツ、たまねぎ、だいこん等）に分けられる。

これらは養分吸収パターンが異なっており、①及び②の一部では、収穫時も養分の供給が必要であり、収穫直前まで追肥が行われるため、収穫後も肥料成分が土壌中に多く残存するのに対し、③では生育の中期が生育最盛期となり、その後は茎葉が黄化して植物としてのライフサイクルが完結するものが多く、このため、収穫後の養分残存は一般に少ないとされる。

野菜では、このような生育特性のほか、土壌肥沃度にあわせた施肥の形態・量・時期や施用位置の制御を行い、肥料成分の利用効率を高めることにより、その多様な養分吸収特性に対応して生育最盛期の養分吸収を確保しつつ、生育後期や収穫後の土壌に残余養分を生じない施肥管理が強く求められており、これまでに実用化された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

近年、優れた肥効調節型肥料が開発された結果、同肥料やペースト肥料を活用した施肥低減技術として、局所施肥法、2作1回施肥法、全量基肥施肥法、育苗ポット施肥法等が普及してきており、これらの施肥低減技術について、その現状や課題を取りあげることとする。

（１）局所施肥法、２作１回施肥法

局所施肥法は、肥効調節型肥料やペースト肥料を株元に施肥する技術で、レタス、はくさいの全面マルチ栽培や、キャベツの無マルチ栽培などで用いられている。はくさいでは、全面全層施肥の場合の窒素利用率60%以下に対し、局所施肥を行うことにより80%以上まで向上するとともに、収量については、慣行栽培よりも施肥量を20～30%削減しても、同程度又はそれ以上の収量が得られている。

さらに、レタスとはくさいの2作栽培では、2作1回機械局所施肥法を利用することにより、1作目の減肥だけでなく、2作目では局所施肥の長所に加えて1作目の残存肥料が利用されて連続作付の長所が発揮されるため、無施肥とできる場合もあるなど、大幅な減肥が可能となっている。この施肥法は減肥しても収量を確保できるほか、作業の機械化による大幅な省力化・軽労化も達成できる。

（２）うね内部分施用法

うね内部分施用法は、うねの中心部の定植した苗周辺だけに、肥料や根こぶ病防除剤などの施用資材を帯状に混和して施用する方法で、キャベツやはくさいのほか、ブ

ロッコリー、レタス、だいこんなどの多くの野菜で利用可能な技術である。

この施用法には、①苗周辺に生育に十分な量を施肥するため、根は定植直後から肥料成分を吸収でき、旺盛な初期生育を示す、②うね間やうねの側面などの吸収されない部分には施用しないため、吸収されない肥料を削減できる、③定植時にうねがつぶれたり定植作業にばらつきがあっても、定植した苗の周辺には十分な肥料があるため、生育が揃うなどのメリットがある。

また、この施用法は、キャベツやはくさいなどの葉菜類の栽培では、慣行栽培よりも施肥量を30～50%削減しても、同程度又はそれ以上の収量が得られるほか、定植前の作業工程の省力化と生産コストの低減が可能である。

(3) セル苗全量基肥施用法

セル苗全量基肥施用法は、肥効調節型肥料をセルの用土に混合し、セル苗の定植時に本畑へ局所施肥する方法であり、肥効調節型肥料は養分が徐々に溶出するため、セル内に元肥を全量施用しても濃度障害はみられない、育苗したセルは機械定植が可能ななどのメリットがある。

この施肥法では、慣行栽培よりも施肥量を50%削減しても、同程度の収穫・品質を確保できる例がブロッコリーなどで報告されている。

(4) 定植前リン酸苗施用法

定植前リン酸苗施用法は、リン酸が不可給化されにくい培養土にリン酸を施用し、苗のリン酸吸収を促進させて初期生育を確保するとともに、定植後の初期生育に必要なリン酸を含む培養土ごと定植することにより、リン酸の基肥施用量を削減する技術である。

この施用法では、土壌の有効態リン酸が乾土100g当たり約20mg以上のほ場において、慣行栽培よりリン酸施用量を50%以上削減しても、同程度の収量を確保できる例がキャベツで報告されている。また、畑の有効態リン酸含有量が低レベルの場合でも施肥リン酸の利用率が高く、安定した収量を得ることができる。

一方、定植後に乾燥が続くときは濃度障害が発生し、場合によっては欠株が生じることがあるため、灌水施設のあるほ場において適用可能な技術とされている。

7 新しい施肥低減技術

農林水産省では、肥料原料価格の高騰に対応するため、平成21年度よりプロジェクト研究「地域内資源を循環利用する省資源型農業確立のための研究開発」を開始してお

り、セル内施肥における接触施肥によるリンの利用率向上技術の開発、露地野菜における肥料の複合利用による施肥量削減技術体系の確立に取り組むこととしている。

IV 施設野菜

1 施設野菜作経営における肥料費の位置づけ

露地野菜作経営の経営費に占める肥料費の割合は、1戸当たり8.2%（平成18年）と他の作物経営に比べて低いものの、単位面積当たり肥料費は、21,185円/10aと茶作経営に次いで高いものとなっている。

また、経営費に占める肥料費の割合を品目別にみると、5.2%（青ねぎ）～12.0%（なす）と品目により幅がある。

2 施設野菜畑における施肥及び土壌の実態

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」により、施設野菜畑における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料、リン酸質肥料及び加里質肥料とも減少傾向で推移している。

一方、施設野菜畑土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸は増加傾向で推移しており、地力増進基本指針の改善目標値の上限値を大きく上回る水準となっている。また、交換性加里も適正域の上限値を大きく上回って蓄積している傾向にある。

3 施設野菜における土壌診断の現状と課題

施設野菜における土壌診断点数をみると、133,598点（平成18年度）と各作物の中で最も多くなっており、各主要産地の土壌診断実績も総じて高い。

このように、施設野菜畑土壌においても、露地野菜と同様に土壌診断が多く行われているにも関わらず、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積傾向は継続していることから、土壌診断に基づき減肥基準を加味した施肥設計への見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減を徹底させるための施肥指導体制の再構築を図る必要がある。

4 施設野菜畑におけるたい肥施用の現状と課題

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」によると、施設野菜畑におけるたい肥等の有機物投入量は高い水準で推移している。

また、「持続性の高い農業生産方式への取組状況報告書」（平成14年）によると、施設野菜のたい肥の施用量は1,651.5kg/10aと他の作物に比べて高いものとなっており、このたい肥の多施用は施設野菜畑における有効態リン酸、交換性加里の蓄

積の要因となっている可能性がある。

このため、たい肥の肥料成分を勘案した、施肥設計に基づく適正な施肥を行うための指導等を強化する必要がある。

5 施設野菜における施肥低減技術

施設野菜は、露地野菜よりも水分のコントロールがしやすいが、ハウス内では、降雨による水分供給に比べて供給される水分の絶対量が少ないため、水分は表層に留まることが多く、また、地下水と水分の層がとぎれることから、肥料成分が地下に浸透しにくいという特徴がある。

一方、ハウス内では、土壌表面の水分蒸発により毛管現象が起これ、土壌中の肥料成分が表層近くまで吸い上げられて濃度障害が起きやすいため、土壌診断に基づく施肥改善の必要性は高い。

近年、優れた肥効調節型肥料が開発され、肥効調節型肥料やこれを利用した育苗ポット施肥法が普及するとともに、リアルタイム土壌診断に基づく養液土耕栽培技術（灌水同時施肥法）も普及しており、これらの施肥低減技術について、その現状や課題を取りあげることとする。

(1) 肥効調節型肥料の利用

肥効調節型肥料は、肥料成分が徐々に溶出する肥料で、この肥料と速効性肥料を組み合わせて利用することにより、肥効を持続させ、追肥を省略することも可能である。

愛知県における肥効調節型肥料の利用状況（平成8年）をみると、きゅうり、なす、ピーマン、トマトでは、収穫が長期にわたり、追肥に多大な労力を要することから、肥効調節型肥料の利用が進んでいるのに対し、イチゴ、メロン等の果菜類では、品質向上を期待して有機質肥料を利用する機会が多いことから、肥効調節型肥料の利用は一部に留まっている。

また、葉菜類は栽培期間が短いため、肥効調節型肥料よりも有機質肥料が主体となっているが、ほうれんそうでは、被覆尿素を封したシードテープを用いて播種と施肥を同時に行うことにより、慣行の全層施肥に比べて窒素施肥量を1/3～1/4に減らしても、同等以上の収量を得ることができ、大幅な施肥低減が可能となっている。

このほか、トマトでは、肥効調節型肥料を元肥局所施肥することにより、窒素質肥料を30%減らしても収量は慣行に比べて優れている例や、ほうれんそうでは、肥効調節型肥料を用いて2～6作分の全量を一括施肥する連作全量施肥法により、窒素質肥料を25%減らしても収量は慣行に比べて優れている例などが報告されている。

(2) 育苗ポット施肥法

育苗ポット施肥法は、育苗開始時にポットの中央に肥効調節型肥料を入れ、その苗をほ場に定植することにより局所施肥を行う技術で、ハウスピーマンでは、窒素質肥料を30%以上減らしても、収量は慣行と同程度を確保している例が報告されている。

(3) 養液土耕

養液土耕（灌水同時施肥栽培）は、点滴灌水により灌水と肥料成分の供給を同時に行うものであり、①土壌表面にクラストが形成されず、透水性や通気性に優れる、②根圏が制限されるものの、ほぼ均一の土壌水分状態が得られる、③きめ細やかな灌水コントロールにより、過湿による酸素不足や過乾による塩類濃度上昇、これらによる根へのストレスを回避できるなどのメリットがある。

養液土耕では、適量・高頻度の点滴灌水により、養液が重力と毛管現象で下方と外側に浸透して湿潤帯が形成される。この湿潤帯の高い水分・養分・酸素は、作物の生育、特に根の機能や細根の発達に好適となっている。

養液土耕の施肥においては、従来の勘や経験による施肥では、必要以上に施肥される場合が多く、適正施肥が困難とされているが、リアルタイム土壌診断を活用した液肥主体の灌水同時施肥を行うことにより、土壌中の窒素含有量は生育好適窒素濃度に近い値で推移して施肥効率が高まり、慣行栽培に比べて減肥が可能となる。

トマトでは、養液土耕栽培により窒素質肥料を40%減らしても収量は慣行に比べて10%増収する例、肥料を多く必要とするセルリーでは、60%減らしても収量は慣行に比べて30%増収する例がそれぞれ報告されている。

養液土耕の更なる普及を図るための課題としては、①導入コストが高い、②灌水ノズルの目詰まりの解決が必要、③土質の物理性や土壌肥沃度に合った点滴施肥法の開発が必要、④作物の養分吸収パターンに合った好適窒素濃度の把握等があり、これらの解決が必要となっている。

6 新しい施肥低減技術

(1) 養液栽培における培養液の量管理法

土壌を用いず、養分を液肥により供給する養液栽培では、培養液中の肥料成分の濃度やpHが作物の生育に直接の影響を及ぼすため、EC測定による培養液の濃度管理が行われているが、肥料成分ごとの濃度はわからないため、特に栽培期間が長期に及ぶ作物では、肥料成分の過不足が生じ、生育障害を起こしたり、収量・品質の低下を招くなどの可能性がある。

このため、養液栽培の培養液の量管理法により、ある期間（1日当たり、1週間当たりなど）に必要なだけの肥料を与えることにより、養分吸収量が増えても収量が増えない「ぜいたく吸収」を避けることができ、濃度管理法に比べて4割程度の大幅な減肥が可能となっている。

（2）根域酸制御による土壌蓄積リン利用技術の開発と減肥の実証

農林水産省では、肥料原料価格の高騰に対応するため、平成21年度よりプロジェクト研究「地域内資源を循環利用する省資源型農業確立のための研究開発」を開始しており、施設野菜及び露地野菜について、根域酸制御による土壌蓄積リン利用技術の開発と減肥の実証に取り組むこととしている。

V 果 樹

1 果樹作経営における肥料費の位置づけ

果樹作経営の経営費に占める肥料費の割合は、1戸当たり8.9%（平成18年）と他の営農類型に比べて低いものとなっている。

また、経営費に占める肥料費の割合を品目別にみると、りんごのように低いものもあるが、なし12.6%、うめ11.7%と高いものもあり、品目によってばらつきがある。なお、果樹作では有機質配合肥料が多く使用されているが、有機質肥料は化学肥料と異なって価格は横ばいとなっており、肥料高騰による農業経営への影響は他の作物より小さい。

2 樹園地における施肥及び土壌の実態

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」により、樹園地における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料、リン酸質肥料及び加里質肥料とも減少傾向で推移している。

一方、樹園地土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸は増加傾向で推移しており、地力増進基本指針の改善目標値の上限値を大きく上回る水準となっている。また、交換性加里も適正域の上限値を大きく上回って蓄積している傾向にある。

3 樹園地における土壌診断の現状と課題

樹園地における土壌診断点数をみると、43,406点（平成18年度）となっており、また、土壌診断を実施している農家の割合について、土壌診断密度（5.9haに1点）を果樹作経営農家の平均作付面積0.88ha（平成18年）で除することにより推計すると、7戸の農家に1戸の割合で実施されていると考えられる。さらに、同じく主要産地別の土壌診断密度をみると、6.0～60.4haとばらつきが大きい。

このように、樹園地では土壌診断が一定程度行われているにもかかわらず、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積傾向は継続していることから、土壌診断に基づき、減肥基準を加味した施肥設計への見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減を徹底させるための施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

なお、徳島県では、平成20年9月に定めた「徳島県主要品目減肥マニュアル」において、試験研究データをもとに、かきでは、加里を10年間低減又は無施用としても、樹勢、収量、果実品質への影響がみられない例、温州みかんでは、リン酸を6年間無施用としても、収量、果実品質への影響がみられない例を紹介している。

4 樹園地における過剰施肥による影響と対策

青森県では、りんごの窒素質肥料の施用量が昭和30年代に急増し、昭和40年代には施用量が35kg/10aに達したことから、これにより土壌の酸性化及び塩基組成の不均衡化が進み、粗皮病、苦土欠乏症などの生理障害が多発するようになった。

このため、青森県では施肥低減の取組や減肥試験などを進めた結果、窒素質肥料の施用量はその後徐々に減少へと転じた。また、青森県では減肥試験データに基づき、平成8年にりんごの施肥基準を見直し、加里の標準施用量を10kgから5kgに変更した。

青森県りんご樹園地における化学肥料の施用量は、「土壌環境基礎調査(79～98)」及び「土壌機能モニタリング調査(99～03)」によると、窒素質肥料及び加里質肥料の施用量は同県りんごの施肥基準に近づいているが、リン酸質肥料は施肥基準を3kg/10a程度上回る水準となっている。また、有効態リン酸の含有量は、上記調査の4巡目(94～98年)以降、交換性加里の含有量は3巡目(89～93年)以降、それぞれ減少に転じている。

5 果樹における施肥低減技術

果樹は永年性作物であり、植え付け後20～30年、あるいはそれ以上の長期間に渡って同一の場所で生育するため、その維持管理による影響が蓄積し、樹園地の土壌などの環境は徐々に変化していくという特徴がある。

このため、樹園地の環境保全や安定的な果実生産を確保するためには、長期的視野に立った土壌・施肥管理により、これまでに実用化された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、その普及を図る必要がある。

果樹の施肥低減技術としては、肥効調節型肥料の利用、局所施肥法、灌水同時施肥法、草生栽培等が普及してきており、これらの施肥低減技術について、その現状や課題を取りあげることとする。

(1) 肥効調節型肥料の利用

肥効調節型肥料では、果樹の養分特性に合わせて養分が供給されるため、適切な肥効調節型肥料を選択することにより、慣行施肥と同等の収量や果実品質を維持しながら、窒素質肥料を2～3割削減することが可能である。

温州みかんでは、夏重点溶出型の肥効調節型肥料を用いることにより、慣行栽培よりも施肥量を3割削減しても、同等の収量及び果実品質を確保できる例が報告されている。また、なしでは肥効調節型肥料を用いることにより、慣行栽培よりも施肥量を

2割削減しても同等の収量及び果実品質を確保できる例が報告されている。

(2) 局所施肥法

果樹の局所施肥は、施肥を根域に集中的に行うことにより、流亡による損失を抑え、施肥量を低減する技術であり、果樹では、養分を最もよく吸収する細根は、地表面にはほとんど存在せず、大部分が0～30cmの深さに集中するため、細根の存在する位置に局所施肥を行うことにより、慣行栽培と同等の生育、収量、果実品質を確保しつつ、施肥量を削減することが可能となっている。

(独)農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターが開発した果樹用局所施肥機は、コイル刃により土壌を掘削しながら、地表から15～20cmの深さの位置に肥料を施用することができ、慣行栽培よりも施肥量を1/2削減しても、同等の生育、収量、果実品質が得られている。

(3) 灌水同時施肥

灌水同時施肥は、周年マルチと点滴灌水チューブを組み合わせ、液肥を灌水と同時に施用する技術で、水と液肥をコントロールすることにより、根域の好適窒素濃度を維持しつつ、流亡を抑えた効率的な施肥により施肥量を削減することが可能である。

温州みかんでは、灌水同時施肥を行うことにより、高糖度果実生産と細根増加による増収が期待できるとともに、窒素施用量を40%程度削減できる例が報告されている。

ただし、灌水同時施肥の導入に当たっては一定のコストがかかるため、高品質安定生産や雨水処理の可能な園地を選ぶ必要がある。

(4) 草生栽培

草生栽培は、樹園地にナギナタガヤなどの下草を生やすことにより土壌浸食や雑草の発生を抑制するとともに、有機物の補給効果により施肥量の低減につながる技術で、自然倒伏するナギナタガヤのような草種を利用することで、刈り取りなどの手間をかけずに導入可能である。

傾斜地での栽培が多いかんきつ類では、雨水とともに肥料成分が流出しやすいが、ナギナタガヤによる草生栽培を実施することにより、地表を流れる水が少なくなり、肥料成分の流出が抑制されて肥料の効率的利用につながり、慣行栽培よりも施肥量を1/3削減しても、同等又はそれ以上の収量及び果実品質が得られている。

しかしながら、農林水産省が平成19年11月に実施した調査によると、青森県の

りんごや福島県のもものように、大半のほ場で草生栽培が行われている作目がある一方で、実施率が低い産地もあることから、作目や園地条件等を踏まえつつ、地域の実態にあった形での実証展示ほ場を設置し、生産現場への浸透を推進する必要がある。

6 新しい施肥低減技術

果樹では、各都府県を中心として、その主要な品目に対応した施肥低減術の開発・確立のための研究が行われている。

- 地域内有機質資源を活用した持続的農業生産技術の確立（りんご、秋田県農林水産技術センター果樹試験場）
- 樹園地における選定枝の効率的循環利用技術の確立（りんご、長野県果樹試験場）
- カンキツ園の施肥効率化と環境負荷軽減のための肥培管理技術の開発（かんきつ、静岡県農林技術果樹研究センター）
- 果実の連年安定生産のための成型たい肥利用技術の開発（かんきつ・にほんなし、熊本県農業研究センター果樹研究所）
- みかん、なし及びかきに適した肥効調節型肥料の開発（温州みかん・にほんなし・かき、愛知県農業総合試験場園芸研究部常緑果樹グループ）
- ナシ「幸水」における減肥栽培技術の確立（にほんなし、千葉県農林総合研究センター）
- 養分過剰蓄積モモ園における適正施肥管理法の検討（もも、山梨県果樹試験場）

VI 茶

1 茶作経営における肥料費の位置づけ

茶作経営の経営費に占める肥料費の割合は、1戸当たり24.6%（平成18年）と他の営農類型に比べて非常に高いものとなっている。

また、経営費に占める肥料費の割合を産地別にみると、静岡県では30%を超えるのに対し、宮崎県では13.9%に留まるなど、地域によってばらつきがある。

2 茶園地における施肥の実態

茶は摘採や整枝によって多量の窒素が樹体から収奪されるため、その窒素施肥については、樹体の栄養状態を維持するためには収奪量に見合った窒素を供給する必要があるという考えにより行われている。収奪量に見合った窒素施肥量や、肥料吸収率40～50%から必要とされる年間施肥量は、窒素成分で50～60kg/10aとなり、収量等を考慮して推計された各府県の施肥基準もこれに近い値となっている。

「土壌環境基礎調査（79～98）」により、90年代前半までの窒素の施肥実態をみると、70kg/10a前後となっており、近年の施肥基準と比べて0～25kg/10a多い。この背景には、茶の主要なうまみ成分であるテアニンが多いほど高価格になると考える農業者も多く、テアニンは過剰に吸収された窒素の貯蔵形態とされることから、多肥栽培によりその含量を上げようとする傾向があったものと考えられる。

3 茶園地における土壌の実態

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」により、茶園地における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料、リン酸質肥料及び加里質肥料とも減少傾向で推移している。

一方、茶園地土壌における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸は増加傾向で推移しており、地力増進基本指針の改善目標値の上限値を大幅に上回る水準となっており、一部でリン酸過剰が原因とみられる生育障害も発生している。また、交換性加里は60mg/100g前後で推移しており、これは適正域の上限値を上回って蓄積している傾向にある。

また、茶は酸性土壌に適した作物であり、pH4.0～5.0で根も地上部もよく生育するが、これより低くなると生育が低下し、また、pH6以上でも生育は低下するとされる。静岡県の茶園では、窒素の多施用によるpHの低下傾向がみられ、近年では約半数がpH3.5より低くなっており、一部ではpH3.0以下の極めて強酸性土壌も

みられる。

このように、窒素を多施用すると、土壌の酸性化により根量の減少、根の活性が低下し、茶園地における肥料利用率の低下にもつながることから、土壌の酸度矯正も含めた施肥指導を推進する必要がある。

4 土壌診断の現状と課題

茶園地における土壌診断点数をみると、9,158点（平成18年度）となっており、また、土壌診断を実施している農家の割合について、土壌診断密度（5.3haに1点）を茶作経営農家の平均作付面積1.3ha（平成18年）で除することにより推計すると、4戸の農家に1戸の割合で実施されていると考えられる。さらに、同じく主要産地別の土壌診断密度をみると、1.3～163haとばらつきが大きい。

このように、茶園地では、土壌診断が一定程度行われているにもかかわらず、有効態リン酸及び交換性加里の蓄積傾向は継続していることから、土壌診断に基づき減肥基準を加味した施肥設計への見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減を徹底させるための施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

なお、茶の土壌診断では、窒素成分の測定が重要であるため、ECセンサーやRQフレックスにより測定した土壌溶液中の養分濃度が用いられている。これらは測定が簡易で、土壌に埋設したまま定期的な測定が可能となっている。

ECセンサーを利用して施肥時期や窒素質肥料の施用量を調節することにより、慣行栽培よりも施用量を2～4割削減しても、収量や品質を維持することができるほか、窒素溶脱量も4割程度削減可能な例が報告されている。

5 茶園地における窒素過剰施肥の影響と対策

茶園地における窒素質肥料の施用量は、明治～昭和初めで年間およそ10kg/10a、昭和30年当時の東海近畿農業試験場茶業部による基準施用量は28kg/10aであったが、その後、茶のうまみを追求した生産が行われる中で、昭和40年代以降急速に増加をはじめ、昭和50年代には120kg/10aに達した。このような窒素質肥料の多施用は、若干の減少はあるものの、現在まで続いてきたといえる。

茶園地では、多量の窒素質肥料の施用がうね間に集中して長年投入された結果、うね間からの流亡等により土壌劣化と水質汚染をもたらしている状況にある。静岡県では、このような背景の下、数度に渡って施肥基準の見直しを行い、多肥栽培からの脱却に取り組んでいるところである。

茶園地においては、これまでみたように、窒素過剰施肥が継続している状況にあることから、各府県においても、窒素についても施肥基準を策定し、施肥低減を進めていく

必要がある。

6 茶園地におけるたい肥施用の現状と課題

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」によると、茶園地におけるたい肥施用量は、高齢化に伴う労働力不足により、約1 t / 10 a（1巡目）から約0.5 t / 10 a（5巡目）と減少傾向にあり、効率的なたい肥施用が課題となっている。

このため、地域の有機物資源を安定確保するための組織づくり、労力面の負担の大きいたい肥などの有機物施用の散布作業の機械化や、ペレットたい肥の製造・流通を促進させることが不可欠となっている。また、たい肥は多量の肥料成分を含むため、その肥料成分を勘案した施用を行うためには、たい肥の種類別の減肥可能量を示した減肥基準の整備が必要となっている。

7 茶における施肥低減技術

茶は好アンモニア作物であることに加え、遊離アミノ酸やアミドの含量を高めて品質の向上を図るために、他の作目に比べて窒素質肥料を多用する傾向がある。しかしながら、近年の肥料高騰による生産費の増加に加え、地下水への硝酸性窒素の溶脱、温室効果ガスである亜酸化窒素の発生など、環境への影響が指摘されている。

このため、肥料の利用効率を高めながら、その施用量を低減させる取組が必要となっており、これまでに実用化された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

茶の施肥低減技術としては、肥効調節型肥料などの機能性肥料の利用、樹冠下点滴施肥技術、うね間マルチ栽培技術、茶園用歩行型精密施肥機が普及してきており、これらの施肥低減技術について、その現状や課題を取りあげることとする。

（1）機能性肥料の利用

機能性肥料（緩効性肥料、石灰窒素など）は、肥料成分が徐々に溶出するため、溶脱による損失を回避でき、慣行栽培よりも施肥量を2割程度削減しても、ほぼ同程度の収量、品質を得られる例が報告されている。なお、寒冷地の春肥として用いる場合は、溶出が遅れて一番茶の新芽の生育に間に合わない可能性があるため、速効性肥料と併用することが望ましい。

（2）樹冠下点滴施肥技術

樹冠下点滴施肥技術は、根量が多く、根の活性が強いため肥料吸収能力の高い樹冠下に液肥を施用することにより、肥料の利用効率を向上させる技術で、灌水チューブにより必要なときに必要な量と水分を供給でき、また、液肥を用いるため、土壌と肥料を混和する必要もない。施肥量を慣行栽培の1/3程度まで削減しても、同程度以上の収量を得られる例が報告されており、また、肥料の利用効率は慣行栽培の約3倍にもなる。

(3) うね間マルチ栽培技術

うね間マルチ栽培技術は、被覆肥料を併用してうね間を周年マルチングすることにより、降雨による硝酸性窒素の地下浸透を抑制するとともに、施肥量を低減させる技術で、茶栽培では施肥と病害虫防除作業が重なることが多いが、この技術を用いることにより施肥回数を減らすことができ、慣行栽培よりも施肥量を4割程度削減できる例が報告されている。慣行栽培に比べて生葉収量は同等以上となるが、官能試験ではやや劣る結果となっている。

(4) 茶園歩行型精密施肥機

品質を保持しつつ施肥量の削減を進めるためには、きめ細やかな施肥設計とともに、正確な施肥作業が重要となっている。(独)農業・食品産業技術総合研究機構野菜茶業研究所が開発した茶園用歩行型精密施肥機は、ロールの回転とともに定量的に肥料が排出されるため、作業速度に関係なく散布量を一定に保つことができ、散布量の調整にも優れている。現在の歩行施肥作業体系に適用可能であり、小区画茶園にも対応できるものとなっている。

8 新しい施肥低減技術

茶においては、施肥低減技術の開発・実用化により施肥量の低減が相当程度なされてきた状況にあるが、硝酸性窒素の環境基準を考慮すると、引き続き施肥低減に取り組む必要がある。

このため、液肥の点滴利用や根圏環境の改善による施肥低減技術の開発と、少肥適応性品種の開発・選定を行うとともに、それらを組み合わせたほ場試験に基づく窒素施肥削減技術の開発が行われているところである。

Ⅶ 牧草・飼料作物

1 酪農経営における肥料費の位置づけ

牧草及び飼料作物の作付面積をみると、イネ科牧草などの永年牧草は、約8割が北海道で作付されているのに対し、とうもろこしなどの飼料作物は、約8割が都府県で作付されている。

酪農経営では、まぜまき（イネ科牧草主体）の牧草サイレージ生産費における肥料費の割合は1戸当たり16.4%（平成18年）、また、とうもろこしサイレージ生産費における肥料費の割合は12.2%（平成18年）となっている。

2 飼料畑における施肥及び土壌の実態

「土壌環境基礎調査（79～98）」及び「土壌機能モニタリング調査（99～03）」により、飼料畑における化学肥料の施用量をみると、窒素質肥料、リン酸質肥料及び加里質肥料とも、近年は減少傾向で推移している。

一方、飼料畑における肥料成分の含有量をみると、有効態リン酸は増加傾向で推移している。また、交換性加里は50mg/100g前後で推移している。

また、「北海道の採草地における牧草生産の現状と課題」（平成11年北海道農業試験場会議資料）及び北海道施肥ガイドによると、北海道の草地土壌では、有効態リン酸の含有量は平均80.9mg/100gとなっており、土壌の性質により20～50mg/100g等とされる基準値を大きく上回っている。

このほか、マグネシウムについても基準値の2～3倍（3巡目）となっており、蓄積が進んでいる状況にある。

3 飼料畑における土壌診断の現状と課題

飼料畑における土壌診断点数をみると、15,709点（平成18年度）となっており、また、土壌診断を実施している農家の割合について、都府県では土壌診断密度（40haに1点）を酪農経営における経営耕地面積5.7ha（平成18年）で除することにより推計すると、7戸の農家に1戸の割合で実施されているものと考えられる。

以上のように、飼料畑では土壌診断が一定程度行われているにもかかわらず、有効態リン酸及び交換性加里、更にはマグネシウムの蓄積傾向が継続していることから、土壌診断に基づき、減肥基準を加味した施肥設計への見直しを図り、土壌中の肥料成分を活用した施肥の適正化を推進するとともに、施肥低減を徹底させるための施肥指導體制の再構築を図る必要がある。

なお、飼料作物においては、反すう家畜に硝酸中毒を引き起こす硝酸態窒素が植物体に蓄積しないよう配慮した窒素質肥料の施用が必要とされており、スーダングラスでは、土壌肥沃度と施肥により植物体中に蓄積する硝酸態窒素濃度の関係が明らかにされている。具体的には、生土培養窒素が40mg/kgを超えると、硝酸中毒を引き起こす量の硝酸態窒素が植物体中に蓄積されることが懸念されるため、この場合、窒素質肥料は不要としており、今後はどうもろこし、イタリアンライグラス等の作目や他地域への適用拡大が課題となっている。

4 飼料畑におけるたい肥施用の現状と課題

「土壌環境基礎調査(79~98)」及び「土壌機能モニタリング調査(99~03)」によると、飼料畑におけるたい肥施用量は、約0.6t/10a(1巡目)から約0.3t/10a(5巡目)と減少傾向にある。また、草地・飼料畑における家畜ふん尿の養分投入量を地域別にみると、北海道及び東北地方北部では他の地域にくらべて低い傾向がみられる。

平均的な酪農経営を考えた場合、都府県では、肥料成分によっては、たい肥などの家畜ふん尿に由来する成分量は、どうもろこし及びイタリアンライグラスの目標収量を得るのに必要な養分量に対し、十分な水準となっている。一方、北海道では、たい肥などの家畜ふん尿に由来する肥効成分量は、イネ科主体のまぜまきで目標収量を得るのに必要な養分量に達していない。

北海道根釧農業試験場と釧路北部地区農業改良センターが行った家畜ふん尿処理・活用技術の実証結果によると、多くの農家でリン酸施肥量や肥料購入費の削減が期待できることが明らかとなっているが、実施に当たって、作業体制の確保や自然条件への対応、農家の意識啓発などを図る必要がある。

以上のことから、飼料畑におけるたい肥施用の推進に当たっては、たい肥の肥料成分を勘案した、施肥設計に基づく適正施肥を行う必要がある。

5 草地・飼料畑における施肥低減技術

草地・飼料畑においては、酪農経営において発生する家畜ふん尿の効率的な利用等が重要となっており、そのためには、これまでに実用化された施肥低減技術の改善を進めつつ、その栽培体系を確立し、生産現場に積極的に提示するとともに、普及を図る必要がある。

草地・飼料畑における施肥低減技術として、AMAFE2006、成分調整成型たい肥等の開発が進んでおり、これらの施肥低減技術の現状等は以下のとおりである。

(1) AMAFE2006

AMAFE2006は、酪農学園大学、(独)農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所、北海道により共同開発された、草地におけるふん尿利用・施肥計画を立案できる意志決定支援ツールである。

利用者がほ場面積、土壌診断値、飼養頭数、ふん尿の分析値・施用履歴等を入力することにより、北海道が推奨する基本技術に従った草地・飼料畑における基本的なふん尿利用計画と購入肥料による養分の補填量、環境負荷発生量の推計値が画面表示され、ふん尿を主体とした施肥設計を迅速に立案できるものとなっている。

(2) 成分調整成型たい肥

成分調整成型たい肥は、酪農家だけでなく、たい肥を使用していなかった耕種農家も容易に使用できるよう、使いやすく流通にも適するたい肥として開発されているもので、直径3～8mmのペレット状をしており、たい肥のほかに油かすなどの有機質資材を混合し、作物の養分要求量にあわせて成分量を調整することにより、化学肥料を減らすことが可能となっている。今後、肥料取締法に基づく公定規格に位置づけられ、普及が進むことが期待される。

「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」委員名簿

- うえすぎ のぼる
上杉 登 全国肥料商連合会 会長
- かねこ ふみのり
金子 文宣 千葉県農林総合研究センター生産環境部長
- きむら たけし
木村 武 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業総合研究センター 研究管理監
- こいわい まさあき
小祝 政明 株式会社ジャパンバイオフィーム 代表
- ごとう いつお
後藤 逸男 東京農業大学 応用生物科学部
生物応用化学科 教授
- じょう ひでのぶ
城 秀信 熊本県農業研究センター生産環境研究所
土壌肥料研究室 室長
- たき かつとし
瀧 勝俊 愛知県農業総合試験場 環境基盤研究部
環境安全グループ 主任研究員
- ついちほら ゆうじ
築地原 優二 全国農業協同組合中央会 農業対策部長（第1回、第2回）
- とみだ しんや
富田 信也 愛知みなみ農業協同組合 常春部会（キャベツ）部会長
- ば ば としひこ
馬場 利彦 全国農業協同組合中央会 農業対策部長（第3回、第4回）
- ひがしだ しゅうじ
東田 修司 拓殖大学北海道短期大学 教授
- やまざき しゅうじ
山崎 周二 全国農業協同組合連合会 肥料農薬部長

※ 「○」は、座長。

（五十音順、敬称略）

「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」専門委員名簿

かじ たかゆき
梶 孝幸

十勝農業協同組合連合会 農産部 部長

くさば しんのすけ
草場 新之介

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
果実研究所果実鮮度保持研究チーム 上席研究員

こいずみ ゆたか
小泉 豊

静岡県農林技術研究所茶業研究センター
研究技監

ごとう まさひろ
後藤 昌宏

有限会社 福江営農 代表取締役

たかはし よしのり
高橋 好範

岩手県中央農業改良普及センター
県域普及グループ 上席農業普及員

はらだ ひさとみ
原田 久富美

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構
畜産草地研究所 草地多面的機能研究チーム
上席研究員

ひかさ ゆうじ
日笠 裕治

北海道立中央農業試験場 生産環境部 副部長

(五十音順、敬称略)

これまでの検討の経過

○第1回「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」

日時：3月23日（月）14：00～16：00

議題：肥料をめぐる情勢について

○第2回「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」

日時：4月30日（木）14：00～17：00

議題：稲作、北海道畑作における現状と課題

○第3回「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」

日時：5月25日（月）14：00～17：00

議題：特産作物、園芸作物等における現状と課題

○第4回「肥料高騰に対応した施肥改善等に関する検討会」

日時：6月25日（木）14：00～17：00

議題：中間とりまとめ報告書（案）について