

第11図 コカブの春どり栽培における窒素吸収量とT/R率の関係

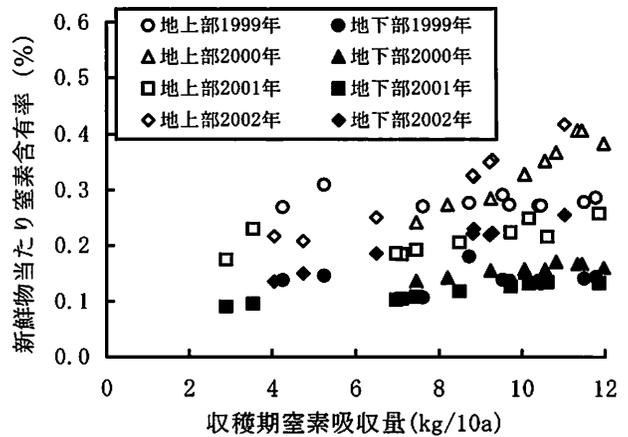
注) T/R率=地上部新鮮重÷地下部新鮮重

果と合致する(第3図)。春どり栽培の施肥窒素利用率は、窒素施肥量12kg/10a(標準区)の場合48%で、小川・酒井(1986)の報告より高い。一般的に施肥窒素利用率は減肥により向上するといわれており、今回の試験結果も同様であったことから、施肥窒素利用率が小川・酒井(1986)の報告より高かった理由は、窒素施肥量の違いによるものと考えられる。小川・酒井(1986)の報告には無窒素区の窒素吸収量が示されていないが、施肥窒素利用率等から計算すると0.5kg/10aであり、春どり栽培の無窒素区窒素吸収量の5.6kg/10aと比較すると、はるかに少ない。この差は、土壌の窒素肥沃度の差によるものと考えられる。今回の試験の中でも秋どり栽培の場合、1999年は施肥前の土壌中硝酸態窒素含量が他年次より多く、無窒素区の窒素吸収量も9.3kg/10aと他年次より多かった。

今回の試験の窒素吸収量と総収量の関係において、窒素吸収量が同じでも総収量が他の年次より少ない事例が、春どり栽培及び夏どり栽培では1999年、秋どり栽培では2001年、トンネル冬どり栽培では2000年にみられた。これは、地上部新鮮重に対する地下部新鮮重の比率(以下T/R率とする)が、他年次より高かったことによるものと考えられる。

春どり栽培を例にすると、T/R率は第11図に示したように、1999年が1.1~1.3であり、他年次の0.5~1.2より高かった。他方、新鮮物当たり窒素含有率は第12図に示したように地上部が0.18~0.42%であり、地下部の0.09~0.26%より高かった。T/R率が高い、すなわち新鮮物当たりの窒素含有率の高い地上部の割合が多く、かつ窒素吸収量が同じであれば、総収量は低くなると考えられた。このことは、他の作型でも同様と考えられた。

夏どり栽培では、窒素吸収量と総収量に明確な関係がみられなかった(第4図)。その理由の一つとして、



第12図 コカブの春どり栽培における窒素吸収量と地上部及び地下部の窒素含有率の関係

試験区に設定した窒素施肥量の設定幅が他作型では15kg/10a以上であったのに対して9kg/10aと少なかったことが考えられる。その結果、窒素吸収量の幅が各年次で3kg/10a以下、4か年全体でも4.4kg/10aと小さく、窒素吸収量の増加にともなう収量の増加が明確でなかったと推察される。さらに、前述したように窒素吸収量が同じでも総収量が他の年次より少ない1999年のデータも含まれているため、4か年全体でみた場合に窒素吸収量と総収量の関係が明確ではなかったと考えられる。

2. 窒素吸収特性及び総収量からみた作型別の適正な窒素施肥量

コカブの作型別の窒素施肥量を求めることを目的として、前述したように窒素吸収特性を調査した。これらの調査結果に基づき計算した窒素施肥量を第11表に示した。

前述したように、各作型とも目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量は年次によって異なったが、いずれの年次でも目標総収量を安定して確保できる点を考慮して、計算にはその最大値を用いた。無窒素区の窒素吸収量及び施肥窒素利用率は4か年の平均値を用いた。なお、夏どり栽培では目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量が明確ではなかったため、計算は行わなかった。

窒素吸収特性から計算した窒素施肥量は、春どり栽培が8.1kg/10a、秋どり栽培が9.5kg/10a、トンネル冬どり栽培が14.7kg/10aであった。一方、総収量でみると、春どり栽培では窒素施肥量9kg/10a(N75%全面全層区)、秋どり栽培では同9kg/10a(N75%全面全層施肥区)、トンネル冬どり栽培では同12kg/10a(N50%CDU全面全層施肥区)で、概ね目標総収量が確保できた。

窒素吸収特性から計算した窒素施肥量と総収量からみた窒素施肥量は、春どり栽培及び秋どり栽培ではほぼ等

第11表 コカブの窒素吸収特性から計算した窒素施肥量及び総収量からみた適正な窒素施肥量

作型	目標総収量に 対応した収穫期の 窒素吸収量 ¹⁾	無窒素区の 窒素吸収量 ²⁾	施肥窒素 利用率 ³⁾	窒素吸収特性 から計算した 窒素施肥量	総収量からみた 窒素施肥量 ⁴⁾	適正な窒素施肥量
	(kg/10a)	(kg/10a)	(%)	$(a - b) \div c \times 100$	(kg/10a)	(kg/10a)
	a	b	c			
春どり	10	5.6	54	8.1	9	9
夏どり	—	—	—	—	3	3
秋どり	10	8.1	20	9.5	9	9
トンネル冬どり	9	6.2	19	14.7	12	12

注1) 目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量の最大値 (第3図、第5図及び第6図)。

注2) 第4か年の平均値 (第6表、第8表及び第9表)。

注3) 施肥窒素利用率が標準区より向上した、春どり栽培N75%全面全層施肥区(第6表)、秋どり栽培N75%全面全層区(第8表)、トンネル冬どり栽培N50%CDU全面全層施肥区(第9表)の4か年の平均値。

注4) 目標総収量が概ね確保できた試験区の窒素施肥量 (第2表～第5表)。

しかつが、トンネル冬どり栽培では前者が後者より2.7kg/10a多かった。その理由として、目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量を9kg/10aとしたことが過大であったと考えられる。前述したように窒素吸収量が同じでも総収量は年次によって異なり、窒素吸収量の最大値の9kg/10aは2000年の結果から求めた。しかし、2000年は他の年次と比べて窒素吸収量及び総収量ともにバラツキが大きく、目標総収量に対応した窒素吸収量を過大に見込んでしまったものと推察される。

春どり栽培、秋どり栽培及びトンネル冬どり栽培における適正な窒素施肥量は、標準区並みの総収量が得られた試験区における窒素施肥量が適当であると考えられた。これは、概ね目標総収量が確保されていることと、トンネル冬どり栽培ではやや差が大きかったものの窒素吸収特性の面から裏付けられているからである。

以上のことから、適正な窒素施肥量は、春どり栽培が9kg/10a、秋どり栽培が9kg/10a、トンネル冬どり栽培が12kg/10aと考えられた。また、夏どり栽培では、目標総収量の確保及び後述する窒素収支から判断して、窒素施肥量3kg/10a(標準区)が適正と考えられた。

適正な窒素施肥量は作型によって異なり、生育期間の気温が高い作型では少なく、気温が低い作型では多かった。主要農作物等施肥基準(千葉県、1994)における他の根菜類及び葉菜類の窒素施肥量も同様な傾向であった。コカブについて窒素吸収特性の面からその要因をみると、トンネル冬どり栽培の場合は施肥窒素利用率が春どり栽培より低いことが窒素施肥量の多い要因となっていた。夏どり栽培については、窒素吸収量と総収量の間に明確な関係はみられなかったものの、目標総収量が2,800kg/10aと他の作型に比べて少ないために、目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量が少なく、その結果適正な窒素施肥量が春どり栽培より少なかった可能性がある。

3. 適正な肥料の種類及び施肥体系

窒素吸収量の推移をみると、春どり栽培、夏どり栽培及び秋どり栽培では、播種後20日以降に窒素が急激に吸収された。一方、岩田・歌田(1968)は、時期別の窒素欠除試験の結果から、生育中期ころまで十分窒素を効かせ葉部生長を早く完了させるとともに、後期には窒素があまり効きすぎない方が根部の肥大には好都合であると述べている。これらの作型は生育期間が35～66日と短いため、生育中期までの窒素肥効を確保する点では基肥に速効性肥料を用い、追肥は不要と考えられた。

トンネル冬どり栽培では、急激な窒素吸収の開始時期が他の作型より遅く、その後の窒素吸収速度も遅いとともに生育期間は100日前後と長かった。また、肥効調整型肥料のロング424(180日タイプ)を基肥窒素の全量または一部に用いた場合、生育前半の地上部生育が劣って総収量が少なかった。岩田・歌田(1968)の試験結果と併せて考えると、コカブの生長過程からみて生育前半の50日間程度にわたって持続的な肥効を確保することが必要であり、基肥にはCDUのような緩効性肥料を用い、追肥は不要と考えられた。

4. 窒素収支による環境負荷の評価

本報で明らかにした適正な窒素施肥量が環境に及ぼす影響を評価するために、窒素の施肥による投入量と作物による持ち出し量の差である窒素収支を作型別に試算した(第12表)。持ち出し量は目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量の最小値とし、窒素収支の最大値を見積もった。作型別の窒素収支は、夏どり栽培が-2kg/10aとマイナスになり、他の作型はすべてプラスとなった。千葉県における土壌浸透水量は年間約750mmと見込まれ(八槇ら、2003)、窒素収支の余剰分がすべて硝酸態窒素として流亡すると想定すると、土壌浸透水の硝酸態窒素濃度は、春どり栽培が5.3mg/L、秋どり栽培が2.7mg/L、トン

第12表 コカブの適正な窒素施肥量における作型別の窒素収支及び土壌浸透水の硝酸態窒素濃度の試算値

作型	投入量 ¹⁾	持ち出し量 ²⁾	窒素収支 (kg/10a)	土壌浸透水の 硝酸態窒素濃度 ³⁾ (mg/L)
	(kg/10a) a	(kg/10a) b		
春どり	9	5	4	5.3
夏どり	3	5	-2	-
秋どり	9	7	2	2.7
トンネル冬どり	12	6	6	8.0

注1) 適正な窒素施肥量 (第11表)。

注2) 目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量の最小値。

注3) 圃場の窒素収支のプラス分がすべて硝酸態窒素として流亡すると想定し、土壌浸透水量を年間750mmとして計算。

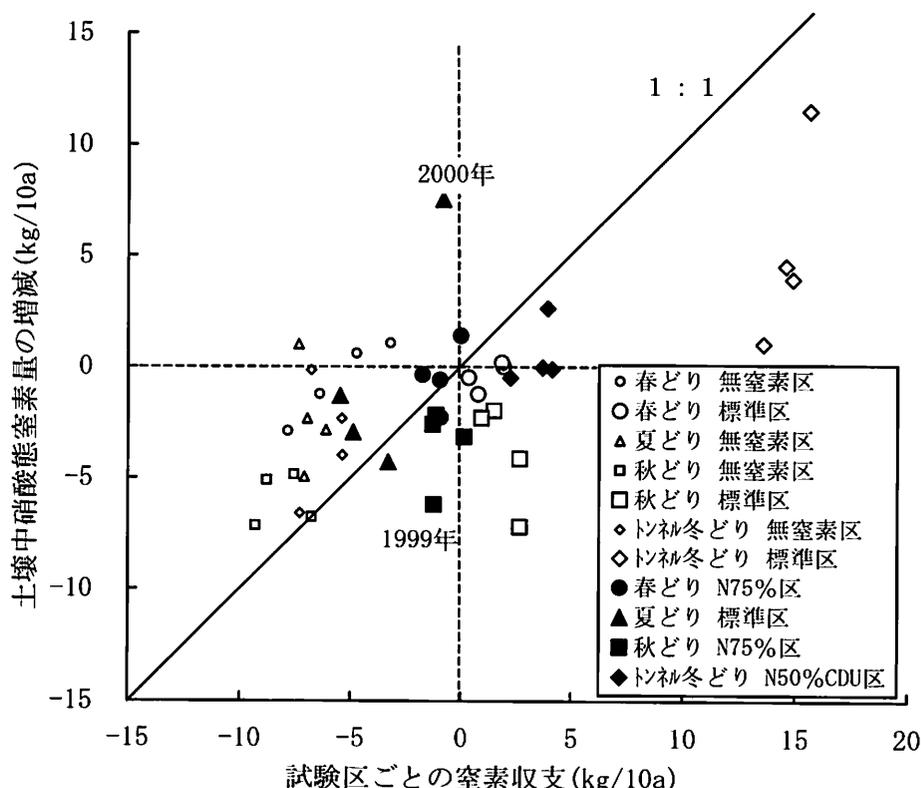
ネル冬どり栽培が8.0mg/Lと試算された (第12表)。これらのことから、コカブ1作では、どの作型でも地下水の硝酸態窒素濃度が環境基準を超過するような環境負荷はないと考えられた。

環境負荷の程度は、コカブの施肥前と収穫期の土壌中硝酸態窒素量の増減からも評価できる可能性がある。これを確認するために、試験区ごとに求めた窒素収支と土壌中硝酸態窒素量の増減の関係を図13に示した。

対象とした試験区は、無窒素区、標準区及び適正な窒素施肥量の試験区 (春どり栽培はN75%全面全層区、夏どり栽培は標準区、秋どり栽培はN75%全面全層区、トンネル冬どり栽培はN50%CDU全面全層区)である。試験区ごとの窒素収支は、窒素施肥量から試験区ごとのコカブの窒素吸収量を差し引いて求めた。また、土壌中硝酸態窒素量の増減は、第13図の注2)に示した方法で、収穫期の硝酸態窒素量から施肥前の硝酸態窒素量を差し引いて求めた。

試験区ごとの窒素収支は、適正な窒素施肥量の試験区では、夏どり栽培の2000年及び秋どり栽培の1999年を除いて土壌中硝酸態窒素量の増減と1:1の関係にあった。適正な窒素施肥量における土壌中硝酸態窒素量の増減は夏どり栽培の2000年を除いて2.6kg/10a以下であり、この点からも、適正な窒素施肥量では地下水の硝酸態窒素濃度が環境基準を超過するような環境負荷はないと考えられた。なお、無窒素区及び標準区については、試験区ごとの窒素収支と土壌中硝酸態窒素量の増減が必ずしも1:1の関係にない場合もあった。

コカブは周年栽培されているため、同一圃場で複数の



第13図 試験区ごとの窒素収支と土壌中硝酸態窒素量増減の関係

注1) 試験区ごとの窒素収支=窒素施肥量-コカブの窒素吸収量

注2) 土壌中硝酸態窒素量の増減=収穫期の硝酸態窒素量-施肥前の硝酸態窒素量

ただし、収穫期の硝酸態窒素量は深さ0~90cmを対象とし、施肥前の硝酸態窒素量はコカブ生育期間中の降雨による硝酸態窒素の下方移動を考慮して、作型及び年次により深さ0~90cmないし深さ0~75cmを対象とした。対象とする層の硝酸態窒素含量に土壌仮比重(67g/100cm³)を乗じて硝酸態窒素量とした。

作型が作付けられる可能性がある。土壌浸透水の硝酸態窒素濃度の試算結果からみて、トンネル冬どり栽培を含むコカブの複数の作型が作付けられる場合には、土壌浸透水の硝酸態窒素濃度が10mg/L以上になる可能性がある。地下水の硝酸態窒素汚染を回避するためには、トンネル冬どり栽培の後作に吸肥力の強い作物を導入することが望ましいと考えられる。

V 摘 要

コカブの春どり栽培、夏どり栽培、秋どり栽培及びトンネル冬どり栽培を対象に、窒素吸収量の推移、目標総収量に対応した収穫期の窒素吸収量、無窒素区の窒素吸収量、施肥窒素利用率といった窒素吸収特性を調査し、これらと総収量から適正な窒素施肥法を明らかにした。

1. 窒素吸収量の推移等からみて、基肥には春どり栽培、夏どり栽培及び秋どり栽培では速効性肥料を、トンネル冬どり栽培では緩効性肥料を用いることが適当であり、すべての作型において追肥は不要であった。
2. 窒素吸収特性及び総収量からみた適正な窒素施肥量は、春どり栽培が9kg/10a、夏どり栽培が3kg/10a、秋どり栽培が9kg/10a、トンネル冬どり栽培が12kg/10aであった。
3. 適正な窒素施肥量による窒素収支から試算した土壌浸透水の硝酸態窒素濃度は、各作型とも10mg/L以下であったが、トンネル冬どり栽培を含むコカブの複数の作型が作付けられる場合には、10mg/L以上になる可能性があった。

VI 引 用 文 献

- 千葉県 (1994). 主要農作物等施肥基準: 207-210.
- 千葉県 (1999). 千葉県園芸作物出荷規格 (青果物編): 1.
- 千葉県農業試験場 (2001). 千葉県耕地土壌の実態と変化: 52.
- 土壌環境分析法編集委員会編 (1997). 土壌環境分析法: 243-245, 251-253, 257-259. 博友社. 東京.
- 岩田正利・歌田明子 (1968). 窒素供給時期の差異が数種そ菜の生育・収量に及ぼす影響. 園学雑. 37: 57-66.
- 関東農政局千葉統計・情報センター (2005). 平成16年産青果物生産出荷統計 (千葉県): 28-29.
- 熊澤喜久雄 (1999). 地下水の硝酸態窒素汚染の現況. 土肥誌. 70: 207-213.
- 村山登 (1984). 作物栄養・肥料学: 175-178. 文永堂出版. 東京.
- 小川吉雄・酒井一 (1986). 畑地からの窒素の流出抑制. 農及園. 61: 15-20.
- 杉山直儀 (1966). 蔬菜総論: 182-184. 養賢堂. 東京.
- 杉山直儀・石沢修一・野本亀雄・堀裕 (1966). そ菜に関する土壌肥料研究集録: 1-355. 全国購買農業協同組合連合会. 東京.
- 八槇敦・斉藤研二・安西徹郎 (2003). 千葉県における農地に関する窒素収支. 千葉農総研研報. 2: 69-77.

Nitrogen Absorbing Characteristic and Nitrogen Fertilizing Method of Small Turnips in Different Cropping Types

Kenji SAITOU, Toshio ANDOU* and Atsushi YAMAKI

Key words : Nitrogen Absorbing Characteristic, Nitrogen, Recovery rate of fertilizer nitrogen

Summary

Spring-, summer-, and autumn-harvest cultivations and tunnel-covered winter-harvest cultivation of small turnips were studied for nitrogen absorption characteristics, such as flux in nitrogen absorption, harvest-time nitrogen absorption for total target yield, nitrogen absorption in a plot of no nitrogen application, and the recovery rate of fertilizer nitrogen. These values and total yields were used to find a proper method for nitrogen application.

1. Judging from flux in nitrogen absorption, readily available fertilizers are appropriate as a basal dressing for the spring-, summer-, and autumn-harvest cultivations; slow release fertilizers are appropriate for the winter-harvest tunnel cultivation. No top dressing was necessary for any of the cropping types.
2. The proper amount of nitrogen application judged from the nitrogen absorption characteristics and the total yields was 9 kg/10a for the spring-harvest cultivation, 3 kg/10a for the summer-harvest cultivation, 9 kg/10a for the autumn-harvest cultivation, and 12 kg/10a for the winter-harvest tunnel cultivation.
3. The concentration of nitrate-nitrogen in the soil water calculated from nitrogen balance resulting from the proper amounts of nitrogen application was 10 mg/L or less with all the cropping types. However, the concentration could be higher than 10 mg/L when a number of cropping types of small turnips including the winter-harvest tunnel cultivation were planted.

*Present Address: Inba Agriculture and Forestry Promotion Center