

Efficient Nutrient Management Technology for Carrot Based on Nutrient Balance and Nitrogen Uptake Pattern

Kenzo Miura^{*1}, Katsuyuki Katayama^{*2} and Nozomu Minagawa^{*3}

Summary

The efficient nutrient management technology for the carrot cultivation was developed taking account of nutrient balance and nitrogen uptake pattern, in order to reduce the nitrogen leaching from the rooting zone. Available nutrient status with nitrogen, phosphorus and potassium at the experimental field was relatively low compared with volcanic ash upland soils in the Kanto region.

The nitrogen and phosphorus balance became much lower in the 50% reduction than in the standard application rates of nitrogen and phosphorus for the carrot cultivation. The carrot yield was similar in the both cases. Similar results were also obtained with the use of the cattle feces compost substituted for the half out of the 50% reduction of the standard application rate of nitrogen and with the treatment of solarization at the same time. In the cropping pattern of lettuce and carrot, much amounts of non-recovered nitrogen, phosphorus and potassium were found from the nutrient balance in case of the standard application rates along with cattle feces compost for lettuce. Thus, the application rates of the three elements for the lettuce should be reduced to improve the nutrient balance.

In the early growth stage of carrot, the amount of nitrogen taken up by carrot was relatively low. Thus, coated fertilizer suitable for the pattern of nitrogen uptake, i.e., LPS100 was considered to be appropriate. On the other hand, in the case of the use of solarization, LPS120 might be useful because of repression of nitrogen release during the period from solarization to the early growth stage of carrot.

The close relationship was found between the inorganic nitrogen balance in consideration of the amount of inorganic nitrogen released from the soil (0-60cm) and cattle feces compost, and the mean annual nitrate nitrogen concentration in the soil solution at the depth of 60cm. Based on the relationship, the method to estimate nitrate nitrogen concentration in the soil solution was proposed. Using this method, the amount of nitrogen leaching was evaluated to be reduced by 35% through the reduction of 50% of the standard application rate of nitrogen.

Received: 25 December, 2002

^{*1} Dept. of Soils and Fertilizers, National Agricultural Research Center

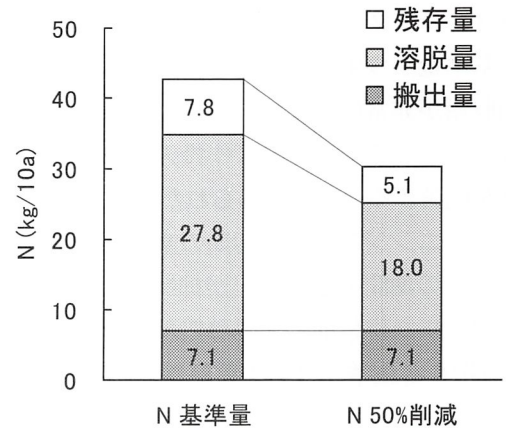
^{*2} Dept. of Research Planning and Coordination, National Agricultural Research Center

^{*3} National Agricultural Research Center for Kyushu Okinawa Region

実測値が推定値を下回るのは、投入窒素の中に有機質資材（ここでは、牛ふん堆肥）が含まれ、投入全窒素量のすべてが無機化するのではないためと考えられる。以上の点から、土壤溶液中硝酸態窒素の推定のためには、土壤および有機質資材からの窒素無機化量を考慮する必要があることが示唆された。

そこで、深さ60cmまでを根群域として、土壤（0-60cm）および牛ふん堆肥からの無機態窒素放出量を考慮した無機態窒素収支〔=供給量（土壤および牛ふん堆肥からの無機態窒素放出量+施肥窒素量）-搬出量〕と深さ60cmの年間平均土壤溶液中硝酸態窒素濃度の実測値の関係を求めたところ、両者の間には、非常に高い正の相関関係が認められた（図6）。したがって、関係式 $y = 1.30x$ を用いて、無機態窒素収支(x)から土壤溶液中硝酸態窒素濃度(y)を推定することが可能となる。ここで、各処理区の土壤（0-60cm）からの無機態窒素放出量は、図4の注3に示したように、10.6~23.2kg/10aの範囲にある。また、牛ふん堆肥からの無機態窒素放出量を評価する基礎となる牛ふん堆肥の窒素無機化率は25.4%と推定した。

上記の関係式を用いて、ニンジン作の窒素投入量を施肥基準量25kg/10aの50%削減とした時の窒素溶脱量低減の効果を以下のように推定し、その結果を図7に示した。ここでは、土壤（0-60cm）からの無機態窒素放出量は17.7kg/10a、搬出量は7.1kg/10aと仮定して、無機態窒素収支(x)を求めたところ、窒素施肥基準量（=25kg/10a）では35.6kg/10a、窒素投入量50%削減（=12.5kg/10a）では23.1kg/10aとそれぞれ評価された。これらの値を関係式 $y = 1.30x$ に代入して、年間平均土壤溶液中硝酸態窒素濃度(y)をそれぞれ推定した。さらに、これらの値に年間降水量1,200mmの50%と仮定した浸透水量600mmを乗じ



施肥窒素	25.0	12.5
土壤窒素(0-60cm)	17.7	17.7
窒素供給量 計	42.7	30.2 (kg/10a)

図7 秋冬ニンジン作における供給された無機態窒素のゆくえ

- 注1) 土壤窒素(0-60cm)：17.7kg/10a (2001年試験圃場の無窒素区⑥を除く無機態窒素放出量の平均値)の場合。
 2) 窒素搬出量：7.1kg/10a (収量4t/10a)の場合。
 3) 年間降水量：1,200mmの場合。

て、窒素溶脱量は窒素施肥基準量の場合、27.8kg/10aと計算され、窒素投入量50%削減の場合、18.0kg/10aに、すなわち前者の窒素溶脱量より35%低減できると推定された。また、図7では、無機態窒素収支から窒素溶脱量を差し引いて、窒素残存量とした。これは深さ60cm以内に残存し、作付期間内に溶脱されなかった量として算出されたものである。

本推定法は、土壤タイプや降水量等の条件が同等の場合に適用可能であり、こうした条件に対応した無機態窒素収支と土壤溶液中硝酸態窒素濃度の関係を予め求めておく必要がある。

IV 摘 要

秋冬ニンジン作の養分収支と窒素吸収経過に基づく環境保全型養分管理技術の開発を行うとともに、土壤溶液中硝酸態窒素濃度の推定法を提示し、次の結果を得た。

(1) 本試験圃場の土壤（表層腐植質黒ボク土）の窒素、リン酸およびカリウム肥沃度は、関東地方の黒ボク土畑の中では、低い方に属すると考えられ

た。

(2) 秋冬ニンジン作における窒素とリン酸投入量を施肥基準量の50%削減とすれば、施肥基準量投入の場合より、窒素とリン酸収支が大幅に改善され、全収量については施肥基準量投入の場合とほぼ同等となった。さらに、その投入窒素量の50%牛ふん堆肥代替や太陽熱処理併用としても同様となった。

(3) レタス—ニンジン作付体系で、レタス作に施肥基準量かつ牛ふん堆肥を投入すると、三要素の未回収量が非常に多く、後作ニンジンに対して供給量過剰となるので、レタス作投入量を削減し、養分収支を改善することが求められた。

(4) ニンジンは生育初期の窒素吸収量が少ないため、この期間の窒素溶出が抑制されるLPS100の利用が、また作付前に太陽熱処理を行う場合は、処理期間中と生育初期の窒素溶出が抑制される

LPS120の利用が望ましいと判断された。

(5) 土壌 (0-60cm) および牛ふん堆肥からの無機態窒素放出量を考慮した収支と年間平均土壌溶液中硝酸態窒素濃度実測値の間には非常に高い正の相関関係が認められた。これに基づく土壌溶液中硝酸態窒素濃度推定法によりニンジン作窒素施肥基準量の50%削減とすれば、窒素溶脱量を35%低減できると試算された。

引用文献

1. 千葉県農林部農産課 (1994) 主要農作物等施肥基準. 372p.
2. FAO (1998) World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports, 84, Rome, 91p.
3. 古江広治・上沢正志 (2001) “参考—表計算ソフトを用いた無機化特性値算出—”. 反応速度論的手法での土壌および有機質資材の有機態窒素の無機化特性値データ集—アンケート調査とりまとめ—. 農業研究センター研究資料, 43, 45-49.
4. 茨城県農業総合センター (1998) 野菜栽培基準. 262p.
5. 河野 隆 (1999) 畑作物の窒素吸収経過と施肥管理. 農業技術, 54, 271-274.
6. 片山勝之・皆川 望・三浦憲蔵 (2003) 透明ポリエチレンフィルムの土壌表面被覆による太陽熱処理の雑草防除効果. 中央農業総合研究センター研究報告, 3, 81-87.
7. 北嶋敏和 (1991) 黒ボク土壌における「にんじん」の効率的施肥. 岐阜県農業総合研究センター研究報告, 4, 1-35.
8. 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.
9. 皆川 望・相場 聡・片山勝之・三浦憲蔵 (2003) 露地における太陽熱処理のネコブセンチュウ等の防除効果. 中央農業総合研究センター研究報告, (投稿中).
10. 農業技術研究所 (1983) 農耕地土壌の分類—土壌統の設定基準および土壌統一覧表— 第2次案改訂版. 75p.
11. OECD (2000) Environmental Indicators for Agriculture, Methods and Results, Executive Summary. Paris, 53p.
12. 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2). 土肥誌, 69, 303-309.