

II-148 黒ぼく土壌における窒素系肥料の溶出

宮崎大学工学部 ○学生会員 壽本裕一 正会員 杉尾 哲

1. まえがき

最近、有機溶剤や農業による地下水汚染が社会問題となっているが、窒素系肥料による地下水汚染も深刻な問題である。そこで本研究は、黒ぼく土壌に窒素系肥料を施肥した場合に地表から肥料がどのように溶出しているのかをアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素について実験的に調べ、それらの濃度が時間的、空間的にどのように変化しているのかについて検討したものである。

2. 実験装置

実験装置は、図-1に示すような内径10.7cmの塩化ビニール管に宮崎県北諸郡三股町で耕作されている畑から採取した表土の黒ぼく土を充填して、これによって畑地土壌を模擬したものを用いた。黒ぼく土の充填条件は表-1に示している。試料部の長さは、20、50、100、150cmの4種類である。降雨を実験槽の上に配置した降雨装置で与え、底面から浸出してくる水を試料水とした。降水にはあらかじめ貯水しておいた雨水を使用した。実験槽から採取した浸出水の各無機体窒素濃度はイソナトリウム(DIONEX, Q1C2)でアンモニア態窒素と硝酸態窒素を測定し、分光光度計(島津製作所UV-120-01)で亜硝酸態窒素を測定した。

3. 実験方法及び実験条件

実験降雨は宮崎での1951~1980年の年間降雨量の平均値を基にして与えることとし、4日に1回の頻度で27.5mmの降雨量を1.15mm/hの降雨強度で発生させた。なお、初めの3回目の降雨までは試料自体が含む無機体窒素を洗浄するために、施肥せずに実験を行った。施肥は4回目(12日目)の降雨の直前に堆肥を与えて地表部20cm程度を耕起し、7回目(28日目)に磷硝安加里1号を地表面に施用した。施肥量は宮崎農協によって示されている春菊栽培に対する標準の単位面積施肥量を用いて、堆肥27g、磷硝安加里1号0.36gとした。また、1回の降雨による肥料の溶出濃度を調べるための実験では、黒ぼくを充填していない実験装置に施肥して、上記と同じ降雨条件で降雨を発生させて、4日間の浸出水を試料水とした。その測定濃度を表-2に示している。なお、肥料の全量が溶けるには、堆肥は7回程度の降雨、磷硝安加里1号は2回程度の降雨が必要である。次に土壌中の無機体窒素は植物によって吸収されるので、実験に用いた肥料で栽培可能な野菜の中から春菊を選定して、実験開始後28日目に播種した。春菊は播種後7日間で全実験槽で発芽し、実験開始後48日までに本葉に生育している。

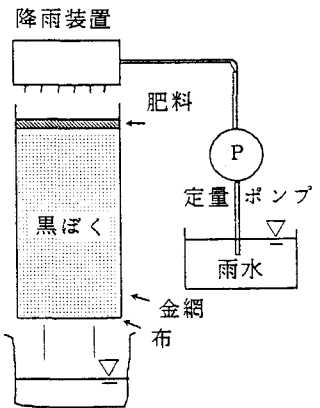


図-1 実験装置

4. 実験結果と検討

まず図-2に20、50、100、150cmの実験槽毎の浸出水量と降雨量との比率(浸出率)の経時変化を示している。浸出率はどの実験槽も、初期に約75%の浸出率を示し、その後は急に低下して約55%になっている。この値の差が春菊による水分の吸収によることも考えられる。次に図-3、4に浸出水のアンモニア態窒素と亜硝酸態窒素の経時変化を示しているが、これらは1.3ppm以下の値で表-2の溶出濃度に比べて微小な値になっている。この結果から、実験槽内の硝化作用および黒ぼくによるアンモニア態窒素の吸着が活発に行われていることが分かる。次に図-5に硝酸態窒素の経時変化を示している。溶出濃度はどの実験槽も初期に大きく、一端低下した後に再び上昇して最高濃度が

表-1 黒ぼく土の充填条件

実験槽長(cm)	20	50	100	150
充填重量(g)	2034.19	5080.49	10160.98	15241.47

表-2 一回の降雨による肥料の溶出濃度

肥料名	NH ₄ ⁺ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N
堆肥(27g)	78.53ppm	60.00ppm	11.40ppm
磷硝安加里1号(0.36g)	12.29ppm	0.03ppm	110.39ppm

100ppmに達している。初期の高い濃度は試料自体がもともと保有していた硝酸態窒素であり、それが

降雨によって浸出したものである。したがって、肥料による溶出濃度は、この初期濃度を除いて検討する必要がある。そこで、初期濃度の低減を $c = b \cdot t^{-n}$ の関数で表現し、最小二乗法を用いて低減曲線を推定することにした。これを図-5 に点線で示している。また、低減後の濃度の上昇は、堆肥の施用による緩やかな変化の濃度曲線と硝酸安加里1号の施用による鋭い変化の濃度曲線とが重なりあっていて、その結果として高い濃度が検出されたものと考えられる。そこで、初期濃度が低下した後の測定濃度から点線の値を差し引いた濃度を対象として、これに浸出量を乗じて累計すると図-6 を得る。図中の0cmの値は表-2 の値を用いて、一定の濃度が、堆肥については7回、硝酸安加里1号については2回の降雨で溶出されたものとして算定したものである。この図から、施肥した硝酸態窒素の総量より20cm位置を降下した総量の方が、さらに20cm位置よりも50cm位置の総量の方がそれぞれ多くなっていて、50cm以浅の地表面部分で硝化作用が盛んに行われていることが分かる。また50cm位置と100cm位置では、100cm位置の総量が少なくなるようで、この区間では脱窒作用あるいは窒素有機化作用が起っていることが考えられる。さらに、表-3 に本実験で栽培した春菊1株当りの無機態窒素の含有量を示している。今回の実験では各実験槽とも6株を栽培しているので、硝酸態窒素の摂取量は約11ppmであり、はるかに多量の肥料が施用されていることになる。

表-3 春菊一株当りの含有量

各無機態窒素	濃度 (ppm)
アンモニア態窒素	0.3045ppm
亜硝酸態窒素	0.105ppm
硝酸態窒素	1.764ppm

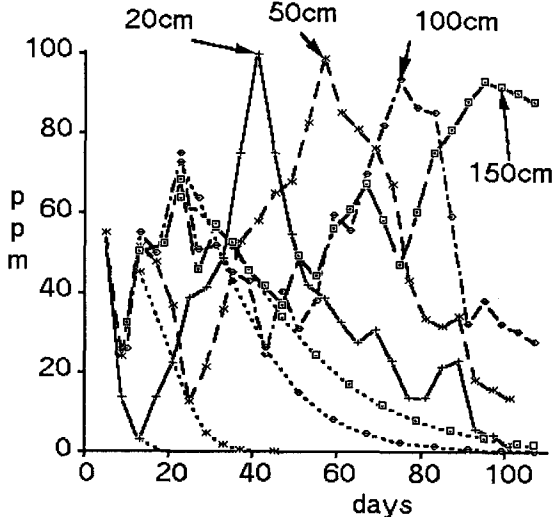


図-5 硝酸態窒素の変化

参考文献 杉尾・今村: 黒ぼく畑地に施用された肥料成分の溶出
地下水学会誌, vol. 33, N03, pp. 155-164, 1991

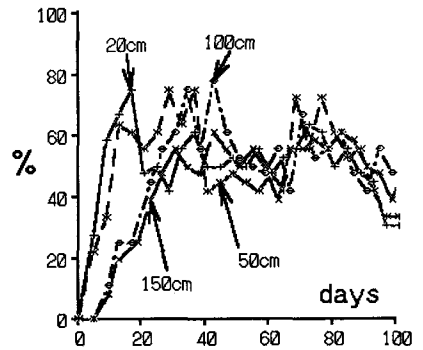


図-2 浸出率の変化

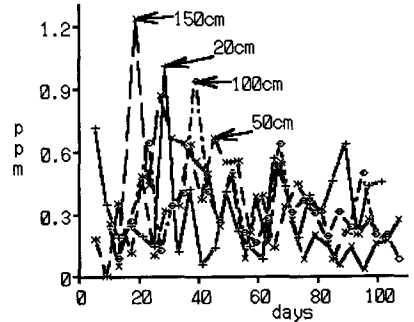


図-3 アンモニア態窒素の変化

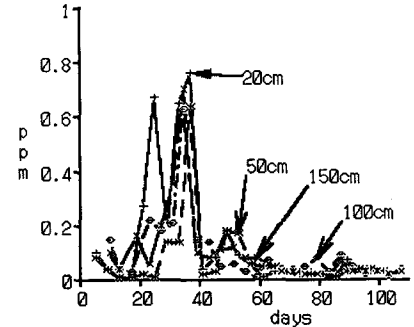


図-4 亜硝酸態窒素の変化

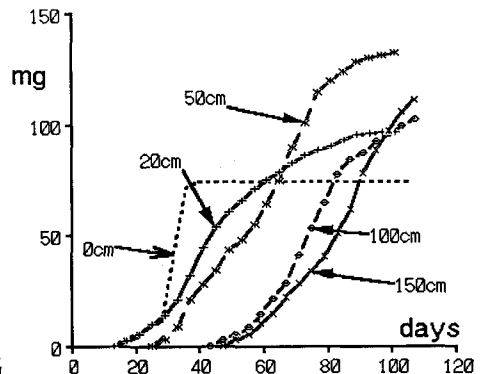


図-6 硝酸態窒素溶出総量の変化