

永年 混播草地에 있어서 刈取頻도와 窒素施肥水準이 NO₃-N의 流失에 미치는 影響

陸完芳

The Effect of Cutting Frequency and Nitrogen Fertilizing Level on NO₃-N Leaching Losses in the Pasture

Wan Bang Yook

Summary

This experiment was conducted to evaluate the effect of cutting frequency and nitrogen fertilization on NO₃-N leaching losses under 12 years mixture permanent meadow. The results of this study were summarized as follows:

1. There was no difference in the NO₃-N content of soil water within 1 m soil depth during the whole experimental period. It means that the content of NO₃-N leaching losses was not influenced by botanical composition, cutting frequency and nitrogen fertilization in this experiment.
2. The level of NO₃-N content during the whole experimental period was not in excess of 0.5 ppm level.

I. 緒 論

農業의 發達과 함께 肥料의 使用量은 지속적인 增加 추세에 있는데 그중에서도 窒素는 CO₂ 및 水分과 함께 植物生長에 있어 가장 重要한 成分으로서 農業生産이나 그 品質에 커다란 影響을 미치고 있다. 특히 N施肥에 의한 植物蛋白質에 增加는 人間이나 家畜에게 있어서 營養供給의 基礎가 되고 있다. 그러나 增加된 窒素의 使用은 모두 植物에 의해 利用되지 못하고 流失되어 人間の 生活環境인 강물이나 水源地를 오염시킨다.

특히 食水에서의 窒素의 分解物인 NO₃의 높은 含量은 人間에게 直接的으로 害를 미칠 수 있는 物質로서 體内に 같이 吸收되어진다. 例로서 生後 4個月까지의 幼兒에게는 methemoglobin血症을 유발, 질식사의 위험이 있으며(Bewig, 1976), 成人에 있어서는 食水나 飲食物을 통한 많은 量의 NO₃의 吸收는 위암 發生의 위험이 있는 nitrosamin이나 다

는 窒素化合物의 結合을 유발하게 된다(Selenka, 1982; Oertli, 1985). 이와 같이 食水에서의 NO₃의 含有는 높은 위험성때문에 이미 EC內에서는 1980년에 그 限界를 90mg/l NO₃에서 50mg으로 즉, 11.3mg/l NO₃-N으로 制限하고 있다.

물론 施用된 N의 流失은 季節에 따라 地下로 流失되는 水分과 밀접한 關係에 있어 그 流失水의 N含量에 의해 決定되지만(Czeratzki 등, 1976; Strebel 등, 1981; Scheffer 등, 1974 등) 그 외에도 氣候(Van der Paauw, 1966; Sunkel, 1979), 土壤(Vömel, 1974; Prins, 1980; Herbst 등, 1982 등), 營農方法(Czeratzki, 1973; Strebel, 1978; Neuhaus; 1983 등) 등에 의해서도 많은 影響을 받는다. 특히 一般耕作地와 草地와의 比較에서 草地는 一般耕作地에 比하여 NO₃의 流失量이 현저히 낮다고 알려져 있다(Czeratzki, 1973; Dressel 등, 1983; Scheffer 등, 1984; Rieder, 1986).

따라서 本 試驗에서는 草地에 있어서 N의 環境

汚染에 미치는 영향을 파악하고 草地開發의 技術的인 面을 뒷받침하기 위하여 永年 混播草地에서 N 施肥 水準을 달리 했을때 地下流失水의 NO_3 含量, 즉 環境汚染에 미치는 영향에 대하여 비교·검토하고자 한다.

II. 材料 및 方法

本 試驗은 1986년부터 1987년까지 독일 Hohenheim 大學校 試驗圃場에서 遂行되었다. 試驗에 使用된 草地는 *Arrhenatherum elatius*(1), *Dactylis glomerata*(2) 및 *Alopecurus pratensis*(3)가 優占된 3개의 永年 混播草地에서 採取頻度를 年 2회 및 3회로 하고, 窒素水準은 無N 및 calcium ammonium nitrate로서 200kg N/ha/年을 施用하였으며 다음과 같이 分施하였다.

2회 採取區: 120+80 kg N/ha

3회 採取區: 80+60+60 kg N/ha

試驗區의 크기는 各各 5.7m×3.5m의 약 20m²로 4反復으로 배치하였으며 流失水의 採取를 위한 施設과 流失水의 分析은 다음과 같이 하였다.

1. Suctioncup의 設置

流失水는 1m 깊이의 土壤에 suctioncup(P-80, Tensiometerzellen; staatliche Porzellan-Manufaktur Berlin)을 設置, 1986年 3月부터 1987年 7月 까지 규칙적으로 14日 間隔마다 採取 調査하였다. 流失

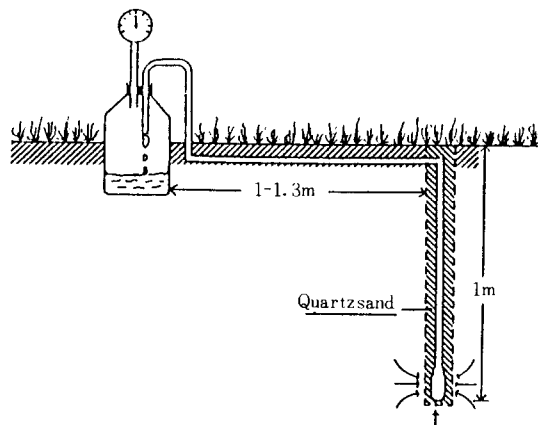


Fig. 1. Diagram of suctioncup for measurement of NO_3 -N level in infiltration water.

水의 採取는 Czeratzki(1971)의 方法에 依하였으며, 그 設置된 suctioncup은 미리 plexiglas와 PVC管 ($\phi 4\text{mm}$)을 2가지 component 집착제와 압축바닐을 利用 연결하여 各 試驗區마다 6個씩을 設置하고 그중 3個씩을 하나의 採取用 flask(2ℓ)에 연결시켰다(Fig. 1). Suctioncup의 圃場設置는 1985年 12月 humax-drill로서 土壤 1m 깊이까지 垂直으로 구멍을 판 후 PVC管과 연결된 suctioncup을 삽입후 土壤과의 접촉을 확실하게 하기 위하여 빈 空間을 穢은 微細 quartz sand로 채워 넣었다.

2. 土壤水分의 採取와 分析

調査期間中 土壤水分의 採取를 위하여 採取用 flask內의 眞空壓力을 2週마다 450mb로 하고 그 1週後 水分 sample을 採取하였다. 土壤水分中の NO_3 變化를 防止하기 위하여 flask에는 眞空 穢전 25% H_2SO_4 溶液 3ml 穢을 注入하였다. 採取된 sample의 NO_3 含量은 FIA(Flow-Injection-Analysis) - apparatus(TECATOR)로 測定하였다.

III. 結果 및 考察

草地土壤 1m 깊이에서 採取된 水分中の NO_3 -N 濃度는 Table 1의 分散分析表에 나타난 바와 같이 N 施用에 대하여는 有意의인 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 採取頻度나 相互作用, 採取頻도와 N 施用間에는 統計的으로 有意性이 매우 높았다.

Table 2는 N 施肥와 採取頻度の 影響을 全試驗 期間의 平均値로서 나타난 것으로 土壤水分內의 NO_3 -N 含量은 基本的으로 매우 낮은 단지 1ppm, 即 1mg/l 以下만을 기록하였다. 穢하튼 統計的으로 나타난 採取頻度間의 NO_3 -N 含量은 3회 採取區에 比하여 2회 採取區에서 有意性있게 높았다. 또한 N 施肥의 效果도 서로 相異한 結果를 보여 주었는데 N를 施用치 않은 경우에서는 2회 採取區에 比하여 3회 採取區가 높은 반면 N 施用時(200 kg N/ha)는 3회 採取區가 더 낮았다.

土壤水分內의 NO_3 -N 含量이 混播草地間에는 統計的으로 *Alopecurus pratensis* 優占草地¹에 比하여 *Arrhenatherum elatius* 優占草地²가 有意性있게 높은 傾向을 보여 주었지만 매우 낮은 NO_3 -N 含量 때문에 특별한 傾向을 찾을 수는 없었고(Table 3),

Table 1. F-value of analysis of variance for each NO₃-N content.

Factor and -combination	NO ₃ -N content
Time (T)	390.72 ***
Cutting (C)	20.55 ***
T × C	11.74 ***
Nitrogen (N)	1.10 n. s.
T × N	0.95 n. s.
C × N	196.05 ***
T × C × N	88.08 ***
Mixture (M)	3.43 *
T × M	1.64 **
C × M	1.97 n. s.
N × M	2.43 n. s.
T × C × M	0.29 n. s.
T × N × M	0.61 n. s.
C × N × M	1.88 n. s.
T × C × N × M	1.46 *

Table 2. Average NO₃-N content (%) in infiltration water within 1m soil depth under different cutting frequency and nitrogen fertilization.

N-level	Cutting frequency			D 5%	D 1%
	2 ×	3 ×	\bar{x}		
0	0.12	0.20	0.16	C = 0.010	= 0.013
200kg N/ha	0.23	0.11	0.17	N = n. s	
\bar{X}	0.18	0.15	0.16	N × S = 0.025	= 0.030

Table 3. Average NO₃-N content (%) in infiltration water within 1m soil depth under different botanical composition and nitrogen fertilization.

N-level	Botanical composition*				D 5%	D 1%
	1	2	3	\bar{X}		
0	0.17	0.18	0.13	0.16	N = n. s	
200kg N/ha	0.18	0.16	0.16	0.17	M = 0.028	= n. s
\bar{X}	0.18	0.17	0.15	0.16	N × M = n. s	

*1) *Arrhenatherum elatius*, 2) *Dactylis glomerata*, 3) *Alopecurus pratensis*

相互作用, 混播組合과 N施用間에도 有意性을 나타 내지는 못하였다.

全 測定期間中の 刈取頻度 및 N水準別 土壤水分 中の NO₃-N 含量變化는 (Fig. 2) suctioncup 설치 후 처음에는 예상했던 만큼 높은 含量은 아니었지만 그以後 全期間에 比較서는 훨씬 높은 含量을 나타내었으며, 一定하게 안정된 NO₃-N 含量(1ppm)을 나타낸 것은 suctioncup設置 後 약 3個月째 부터였다. 이와 같이 調査初期에 있어서의 높은 NO₃-N 含量은 N施肥等에 의한 것이 아니고 suctioncup 設置에 따른 土壤構造의 파괴로 土壤中에서의 有機物의 mineral化에 基因된 것으로 생각된다. 그 이

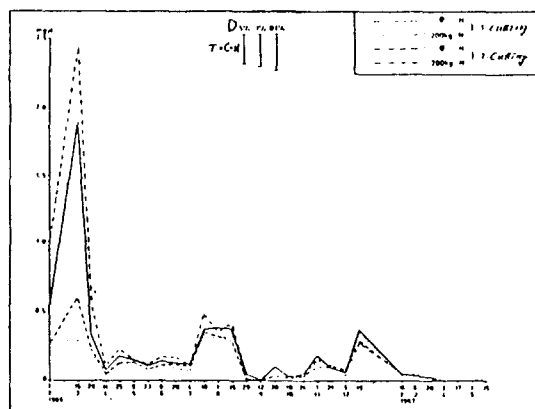


Fig. 2. The changes of NO₃-N level in infiltration water during the whole experimental period.

後 全測定期間中の NO₃-N 變化는 兩 刈取區 모 N施肥의 有無 및 施肥時期와 關係가 없었고 단지 7月 4日부터 8月 29日 사이와 越冬期인 12月 5日부터 2月 16日 사이에는 다른 研究結果 (Kolenbrander, 1969; Amberger, 1983等)에서와 같이 다른 時期에 比較하여 統計的으로는 有意性있게 높은 含量을 나타내고 있지만 그것 역시도 0.5ppm을 초과 하지는 못하였다.

以上の 結果에서 볼때 本 試驗에서의 여러가지 要因間에는 서로 높은 有意性이 統計的으로는 인정 이 되지만 결국 NO₃-N 含量은 0-2.5ppm으로 EC 內에 있어서 食水에 대한 限界量인 50ppm (EEC, 1980)이나 FAO/WHO의 권장량인 成人 週當 1,540 mgNO₃에 比較하여 아주 낮기 때문에 실제로 永年 混播採草地에 있어서 200kg의 無機窒素 使用은 N流

失은 물론 食水源의 環境汚染, 즉 NO_3 의 위험 부담에 대해서는 아무런 의미나 問題點이 없다는 것을 알수 있다.

IV. 摘 要

播種 後 12年間 지속된 混播草地에서 刈取頻度와 窒素施用 無否가 $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 溶脫에 미치는 영향에 대하여 研究된 結果는 다음과 같다.

1. 土壤 1m 깊이에서 採取된 水分中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量은 全 調査期間에 걸쳐 植生構造, 刈取頻度 및 N施用에 의해 아무런 영향도 받지 못하였다.

2. 全 調査期間中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量은 全로 0.5ppm 以上을 초과하지 못하였다.

V. 引用文獻

- Amberger, A. 1983. Stickstoffaustrag in Abhängigkeit von Kulturart und Nutzungsintensität im Ackerbau und Grünland. Nitrat ein Problem für unsere Trinkwasserversorgung Arbeiten der DLG, Band 177. DLG - Verlag: 83-94.
- Bewig, F. 1976. Hygienische Bedeutung der Nitrate unter Berücksichtigung der Belastung des Grundwasser im Bereich des Wasserwerks Mussum. - Forschung u. Beratung, Reihe C, 30: 91-94.
- Czeratzki, W. 1971. Saugvorrichtung für kapillar gebundenes Bodenwasser. Landbauforschung Völknerode. 21: 13-14.
- Czeratzki, W. 1973. Die Stickstoffauswaschung in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Landbauforschung Völknerode. 23.1: 1-18.
- Czeratzki, W., A. Bramm u. F. Schulze. 1976. Nährstoffkonzentration im Sickerwasser und Nährstoffauswaschung durch Beregnung. Landbauforschung Völknerode. 26. 3: 192-200.
- Dressel, J.u.J. Jung. 1983. Nährstoffverlagerung in einem Sandboden in Abhängigkeit von der Bepflanzung und Stickstoffdüngung (Lysimeterversuche). Landw. Forsch. 36. Kongressband. 1983.
- European Economic Community. 1980. Council directive on the quality of water for human consumption. Official Journal 23. No. 80/778/EECL. 229: 11-29.
- Herbst, F., J. Bufe, J. Garz u. O. Hagemann. 1982. Einfache Verfahren zur Schätzung des Nitratverlustes im Boden durch Verlagerung während des Winters. Arch. Acker- u. Pflanzenbau. Bodenk. 26(10): 665-672.
- Kolenbrander, G.J. 1969. Nitrate content and nitrogen loss in drainwater. Neth. J. Agric. Sci. 17: 246-255.
- Neuhaus, H. 1983. NO₃-Mobilität bei Grünlandnutzung auf gedrahten tonreichen Marschboden. Z. Kulturtechnik u. Flurberreinigung 24(6): 347-351.
- Oertli, J.J. 1985. Magenkrebs, Nitrate, Gemüsekonsum und Vitamine. Schweiz. Landw. Fo. 25(1): 1-11.
- Paauw, F. Van der. 1966. Voraussage des Düngersbedarfes und des Ertrages auf Grund von Witterung und Bodenfruchtbarkeit. Landw. Forschung. Sh. 20: 97-105.
- Prins, W.H. 1980. Changes in quantity of mineral nitrogen in three grassland soils as affected by intensity of nitrogen fertilization. Fertilizer Research (NL). 11: 51-63.
- Rieder, J.B. 1986. Die N-Nachlieferung unterschiedlicher Pflanzengesellschaften des Dauergrünlandes in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau. Vorträge 1985 in Aulendorf.
- Scheffer, B., W. Walther, R. Kretschmar, W.D. Schmitt u. H. Neuhaus. 1984. Zum Einfluß der Bodennutzung auf den Nitrataustrag. Z.f. Kulturtechnik und Flurberreinigung. 25: 227-235.
- Scheffer, F.u.P. Schachtschabel. 1984. Lehrbuch der Bodenkunde. Enke Verlag. Stuttgart.
- Selenka, F. 1982. Gesundheitliche Aspekte von Nitrat, Nitrit und Nitrosaminen. - Vortrag auf

- der wasserfachlichen Aussprachetagung in Hamburg am 2. 3. 1982.
18. Strebel, D.u.M. Renger. 1978. Vertikale Verlagerung von Nitrat-Stickstoff durch Sickerwasser aus dem wasserungesättigten Boden ins Grundwasser bei Sandböden verschiedener Bodennutzung. Bericht DLG (1978).
 19. Strebel, D.u.M. Renger. 1981. Nitrat-Stickstoffauswaschung bei Ackerboden und Beurteilung einer möglichen Grundwasserbelastung. Mitt. Dtsch. bodenkdl. Gesell. 30: 75-80.
 20. Sunkel, R. 1979: Nitrat auswaschung in landwirtschaftlich genutzten Wasserschutzgebiet Mussum. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenke. 142(2): 207-218.
 21. Vomel, A. 1974. Der Nährstoffumsatz im Boden und Pflanze aufgrund von Lysimeterversuchen. Paul Parey. Berlin und Hamburg. 1974.