

Short Communications

Open Access

논에서 헤어리베치 시용량에 따른 암모니아 휘산량 평가

김태영,¹ 아일린,¹ 파리들,¹ 이용복^{1,2*}

¹경상대학교 응용생명과학부, ²경상대학교 생명과학연구원

Effect of Application Rate of Hairy Vetch on Ammonia Emission from Paddy Soil

TaeYoung Kim,¹ Aileen Rose Daquiado,¹ Faridul Alam¹ and YongBok Lee^{1,2*} (¹Division of Applied Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea, ²Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea)

Received: 3 December 2012 / Revised: 15 December 2012 / Accepted: 18 December 2012

© 2012 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract

BACKGROUND: Hairy vetch (*Vicia villosa*) is a good green manure for supplying nitrogen in arable soil. Ammonia emission from rice fields can occur, and the degree of this emission can be great. However, quantitative information of ammonia emission from paddy soil using green manure is required to obtain emission factors for rice cropping in Korea.

METHODS AND RESULTS: Ammonia emission from flooding soil with different application rate of hairy vetch was measured using the closed chamber method. For this study, hairy vetch was applied at rates of 0 (control), 500 (H500), 1000 (H1000), 2000 (H2000), and 3000 (H3000) kg/ha (fresh matter basis). This experiment was conducted for 54 days under flooding condition. The total NH₃ emission throughout the experiment period was 0.32, 0.54, 1.20, 4.20, and 6.20 kg/ha for control, H500, H1000, H2000, and H3000, respectively. The ratio of NH₃ emission to applied nitrogen by hairy vetch for each treatment was 0.7, 1.4, 3.2, and 3.2% for H500, H1000, H2000, and H3000, respectively.

CONCLUSION(S): A very small amount of ammonia emission was recorded in the present study. Therefore, the use of hairy vetch in paddy field instead of chemical fertilizer can reduce ammonia emissions.

Key Words: Ammonia emission, Green manure, Paddy soil

서론

대기 중의 암모니아는 산성비의 원인 물질로 작용하며, 침적(deposition)을 통해서 수계의 부영양화를 유발시키는 것으로 알려져 있다(Fangmeire *et al.*, 1994). 지표면에서 대기로 휘산되는 암모니아 중 약 80%는 인위적인 활동에 의한 것이다(Bouwman, *et al.*, 1997). 특히, 인위적인 휘산량 중 대부분은 농업활동에서 유래되는 것으로 밝혀지고 있다. 농경지로부터 휘산되는 암모니아는 지구 생태계에 악영향을 미치고 있는 반면, 투입되는 농자재의 질소 효율을 감소시키고 있다. 따라서 가축분뇨, 화학비료, 퇴비 사용시 암모니아 휘산량 평가와 이를 저감시키기 위한 연구가 많이 진행되고 있다(Berg, *et al.*, 2006; Hayashi *et al.*, 2006).

녹비는 푸를 때 베어서 토양에 환원하는 식물자원으로 화학비료를 절감 또는 대체하기 위해서 많이 재배되고 있다. 녹비작물 중 헤어리베치는 질소 공급효과와 월동력이 우수하여 현재 우리나라에서 가장 많이 재배되고 있다. 따라서 동절기 헤어리베치 재배 후 이를 환원할 시 질소질 화학비료 사용 없

*교신저자(Corresponding author),
Phone: +82-55-772-1967; Fax: +82-55-772-1960;
E-mail: yblee@gnu.ac.kr

이 벼 재배가 가능한 것으로 밝혀지고 있다(Jeon, *et al.*, 2010). 이와 같이 헤어리베치를 대상으로 질소 공급효과와 적정 시용량 등에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으나, 암모니아 휘산과 같은 환경에 미치는 영향에 관한 연구는 미미한 실정이다. 본 연구는 현재 녹비로 가장 많이 이용되고 있는 헤어리베치 시용량에 따른 잠재 암모니아 휘산량을 평가 하였다.

재료 및 방법

본 연구에 이용된 토양은 Table 1에서 보는 바와 같다. 헤어리베치는 2011년 10월 25일 파종하여 2012년 5월 20일 수확하여 사용하였다. 헤어리베치 시용량은 생초 기준 0(control), 500(H500), 1000(H1000), 2000(H2000), 3000(H3000) kg/10a 으로 챔버 (0.054m²)에 시용 후 즉시 토양과 혼합하였으며, 표층수 깊이가 10 cm가 되도록 증류수를 채웠다. 이때 이용된 헤어리베치의 수분은 82%, 건물 중 질소 함량은 36 g/kg 이었고, 생초를 약 0.5 cm 크기로 잘라서 이용하였다. 헤어리베치 시용량에 따른 암모니아 휘산량은 다이믹스 챔버 (Dynamics chamber) 방법을 이용하여 연속적으로 측정하였으며, 표층수는 10일간격으로 교체하였다. 챔버에서 발생된 암모니아는 0.1N-H₂SO₄ 용액에 포집하였다. 그리고 챔버 내 수면에서 휘산되는 암모니아가 풍속에 영향을 받지 않게 air pump 의 공기 흡입량을 flow meter (2 m/sec)를 이용하여 조절하였다 (Kissel *et al.*, 1977). 챔버내 토양 깊이 10 cm 지점에 소형 suction porous cup (Daiki, DIK-8393) 을 설치하여 주기적으로 토양용액을 채취하여 pH 를 측정하였다. 공시토양 및 헤어리베치의 이화학적 특성은 농촌진흥청 분석법에 준하여 분석하였고(NIAST, 2000), 포집된 암모니아는 Automatic ion analyzer (BRAN-RUEBBE. CO) 를 이용해서 분석하였다.

Table 1. Characteristic of soil used in this study

pH (1:5)	OM (g/kg)	Av.-P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.-Cation (cmol ⁺ /kg)			Soil texture
			K	Ca	Mg	
5.8	9.8	63.2	0.28	4.7	1.18	Clay loam

결과 및 고찰

논에서 암모니아 휘산량은 수중 NH₄-N 농도, pH, 온도 등에 큰 영향을 받는다(Hayashi *et al.*, 2006). 헤어리베치 시용량에 따른 토양용액 중 pH 변화는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 무처리 pH는 담수 10일까지는 일시적으로 감소 하다가 토양의 환원상태가 발달되면서 증가되었다. 그리고 헤어리베치 시용량에 따른 pH 변화는 헤어리베치 시용량이 증가할수록 처리 후 10일까지는 무처리에 비해 낮게 나타났다. 이는 유기물 분해 초기 유기산 방출에 의한 것으로 생각되며, 낮은 pH는 암모니아 휘산량에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

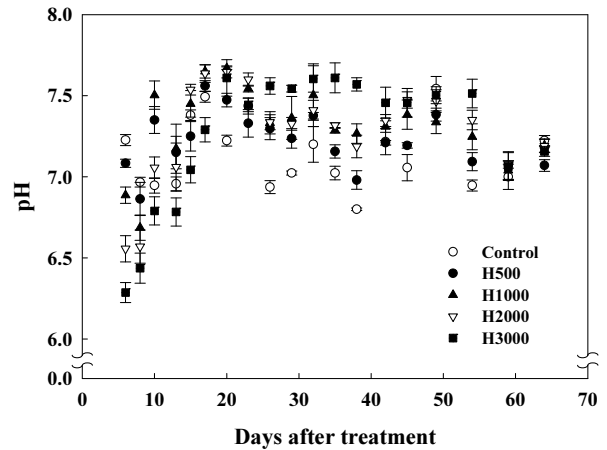


Fig. 1. Changes of pH in soil solution with different application rate of hairy vetch.

헤어리베치 시용량에 따른 일일 암모니아 휘산량은 큰 차이를 보였다(Fig. 2). 담수 후 2일째 모든 처리에서 암모니아 휘산량은 급격히 증가하였다. 이는 건조토양에 수분이 공급되므로써 토양내 존재하는 미생물의 무기화에 의한 일시적 현상으로 판단된다. 헤어리베치 시용량에 상관없이 처리 후 13일까지는 일일 암모니아 휘산량이 낮은 경향을 보였고 이후 급격한 증가 현상을 나타내었다. 이는 초기 헤어리베치 분해 과정에서 생성된 질소가 미생물에 의한 부동화가 많이 일어났기 때문으로 판단된다. 그리고 헤어리베치 생초 500 kg/10a 처리(H500)는 무처리에 비해 암모니아 휘산량의 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 헤어리베치 생초 2000 kg/10a 이상 처리는 미생물에 의한 부동화 이후(처리후 13일) 다른 처리에 비해 급격한 암모니아 휘산량 증가를 나타내었다. 수중 암모니아 휘산량은 pH 7.0 이하에서는 소량이고 pH 7.5 이상에서 급격한 증가를 보이므로 헤어리베치 처리 후 13일까지 암모니아 휘산량은 유기산에 의한 pH 영향을 받은 것으로 생각된다(Berg, *et al.*, 2006).

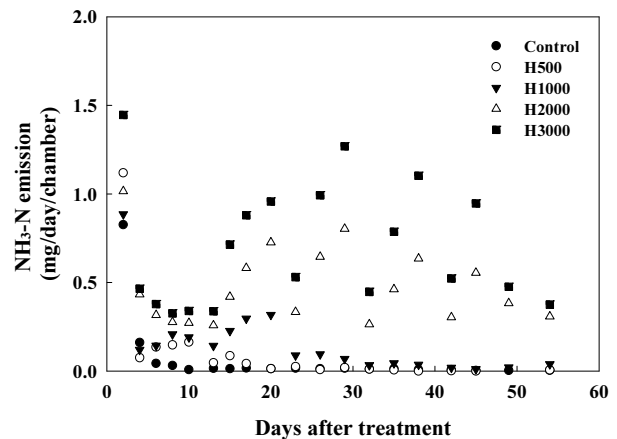


Fig. 2. Daily ammonia emission with different application rate of hairy vetch.

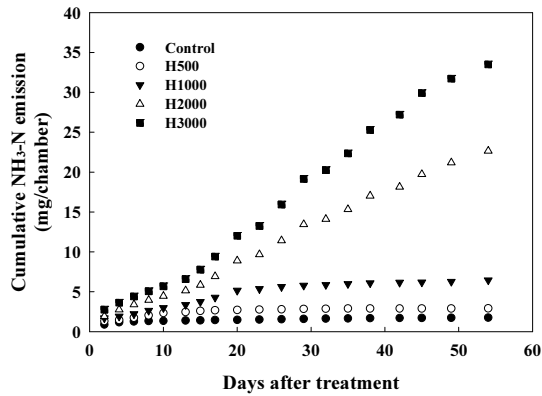


Fig. 3. Cumulative ammonia emission with different application rate of hairy vetch for 54-d experiment

시험 기간 54일동안 헤어리베치 사용량은 암모니아 휘산량에 큰 영향을 미쳤다(Fig. 2). 누적암모니아 휘산량을 단위 면적으로 환산한 결과, control, H500, H1000, H2000, H3000에서 각각 0.32, 0.54, 1.20, 4.20, 6.20 kg/ha로 나타났다. 그리고 54일동안 질소 투입량에 따른 휘산량은 H500, H1000, H2000, H3000에서 각각 0.7, 1.4, 3.2, 3.2%로 나타났다. 즉, 헤어리베치 생초 2000 kg/ha 사용량까지는 투입량대비 비례적으로 암모니아 휘산량이 증가하였다. Hayashi 등(2006)은 논에서 요소 90 kg/ha 사용시 암모니아 휘산량은 2.8 kg/ha로 투입량에 3.1% 해당된다고 하였다. 따라서 논에서 헤어리베치 사용은 요소 사용과 비슷한 암모니아 휘산량을 보였다.

감사의 글

This study was supported by Rural Development Administration, Republic of Korea (Project No. PJ007816).

참고문헌

- Berg, G., Brunsch, R., Pazciczki, I., 2006. Greenhouse gas emissions from covered slurry compared with uncovered during storage, *Agric. Ecosyst. Environ.* 112, 129-134.
- Bouwman, A.F., Lee, D.S., Asman, W.A.H., Dentener, F.J., van der Hoek, K.W., Olivier, J.G.J., 1997. A global high-resolution emission inventory for ammonia, *Global Biogeochem. Cycles*, 11, 561-587.
- Fangmeier, A., Hadwigerfangmeier, A., Vandereerden, L., Jager, H.J., 1994. Effects of atmospheric ammonia on vegetation-A review, *Environ. Pollut.* 86, 43-82.
- Hayashi, K., Nishimura, S., Yagi, K., 2006. Ammonia volatilization from the surface of a Japanese paddy field during rice cultivation, *Soil Sci. and Plant Nutri.* 52, 545-555.
- Jeon, W.T., Seong, K.Y., Kim, M.T., Oh, G.J., Oh, I.S. Kang, U.G., 2010. Changes of soil physical properties by glomalin concentration and rice yield using different green manure crops in paddy, *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43, 119-123.
- Kissel, D.E., Brewer, H.L., Arkin, G.F., 1977. Design and test of a field sampler for ammonia volatilization, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 41, 1133-1138.
- NIASI, 2000. *Method of soil and plant analysis*, National Institute of Agriculture Science and Technology. RDA, Suwon, Korea.