

## 무경운 피복작물 작부체계에서 논물의 미소동물 평가

이영한 · 손연규<sup>1\*</sup>

경상남도농업기술원

### Evaluation of Aquatic Animals on the Water in a Rice Field with No-tillage Rice Cover Crop Cropping Systems

Young-Han Lee and Yeon Kyu Sonn<sup>1\*</sup>

Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 660-370, Korea

<sup>1</sup>National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707

The objectives of the present study evaluated aquatic animals on the water in a rice field. Field investigation was carried out in conventional tillage without rice straw or green manure crop treatment (CTFS, check plot), no-tillage without cover crops (NTNT), no-tillage amended with rape (NTRA), no-tillage amended with rye (NTRY), no-tillage amended with hairyvetch (NTHV), and no-tillage amended with Chinese milk vetch (NTCM). Total dense population of aquatic animals in HTHV was significantly higher than the other plots ( $p<0.05$ ) on May 30. Dense populations of *Daphniidae* and *Culicidae* on June 20 were lowest in CTFS compared to no-tillage plots ( $p<0.05$ ). Furthermore, in principal component analysis (PCA), PC1 explained 44.9% of variance, whereas PC2 explained 26%, for a cumulative total of 70.9% and the PC1 of the PCA separated the samples from NT treatments and CFS ( $p<0.05$ ).

**Key words:** No-till, Microfauna, Paddy, Organic farming, Cover crop

## 서 언

## 재료 및 방법

벼 유기농업을 위한 무경운 재배에서는 유기물 피복이 필수적인 조건이며 (Erenstein, 2002; Lal, 1991; Lee, 2010) 유기물로 피복되는 작물은 주로 벧짚, 자운영, 호밀 및 헤어리베치 등을 이용하고 있다 (Lee et al., 2009). 이러한 무경운의 장점으로 토양 물리적 특성을 향상시키며 토양 탄소 저장과 미생물 생체량을 증대시킨다 (Busscher et al., 1997; Lee et al., 2010; Wright et al., 2005). 최근 유럽에서 유기농산물에서 장출혈을 유발하는 슈퍼박테리아가 발생하여 수많은 인명피해를 가져 왔으며 이에 따라 유기농업 토양 내 미소동물에 대한 관심이 증가되고 있다. 이와 같이 무경운 논에서 벼 유기농업을 위해서는 토양 미생물과 더불어 미소동물의 생태계도 매우 중요하다. 그러나 유기농업의 지표로서 미소동물의 생태계 변화에 대한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구는 벼 유기농업을 실천하기 위하여 무경운 논에서 피복작물로 자운영, 벧짚, 헤어리베치, 유채, 호밀 등을 처리하고 논물의 미소동물 개체수의 변화를 검토코자 수행하였다.

**재배환경 및 시험포장 조건** 무경운 논에서 유기농업에 적합한 녹비작물의 사용효과를 검토하기 위해 경남농업기술원 시험포장 (35°12'26"N, 128°07'06"E) 이현미사질양토 (모래 9.1, 미사 73.0, 점토 17.9%)에서 (NIAST, 2000) 일미벼를 시험품종으로 선정하여 수행하였다. 재배기간인 2007년 5월에서 10월까지 평균 기온은 21.5°C, 강우량은 1,430 mm였다. 토양 양분관리를 위해 토양 검정 시비처방과 화학농약을 사용한 경운 처리구 (관행)와 무경운 논에서 화학농자재를 사용하지 않고 유기물 피복으로 무처리, 헤어리베치, 유채, 호밀 및 자운영을 완전임의배치법으로 3반 복하여 처리하였다. 볍씨 소독은 마른 종자를 60°C에서 8분간 실시하여 5월 16일에 파종하였고 파종량은 상자당 130 g 이었다. 담수시기는 5월 28일에 실시하여 6월 13일에 기계 이앙 하였다. 무경운 처리구는 물을 10 cm 깊이로 담수하여 이앙 2일 전에 물을 댄 후 이앙 4일 후 다시 물을 10 cm 깊이로 담수하였다. 무경운 처리구의 잡초제어는 녹비작물을 피복하여 관개수위를 10 cm 높이로 조절하여 제어하였다. 피복작물은 시험 전년도 11월 4일에 ha 기준으로 헤어리베치는 120 kg, 유채는 21 kg, 호밀은 132 kg, 자운영

접수 : 2011. 5. 19 수리 : 2011. 6. 10

\*연락처 : Phone: +82312900337

E-mail: sonnyk@korea.kr

은 66 kg을 파종하였다. 무경운 논에서 생육된 피복작물의 C/N율은 헤어리베치가 13, 자운영은 16으로 낮은 반면 벵짚은 59, 유채는 57, 호밀은 67이었다 (Lee, 2010). 벵짚, 유채 및 호밀은 예취하여 10 cm 크기로 잘라서 토양에 피복하였고 헤어리베치는 예취하여 그대로 피복하여 담수하였으며 자운영은 하고현상으로 자연 상태에서 담수하였다.

**미소동물 조사방법** 미소동물은 이양전 5월 30일과 이양후 6월 20일에 비이커를 이용하여 논물 2 L를 3반복으로 채취하였다. 채취된 시료는 250  $\mu$ m 체를 통과시켜 원형동물과 모기유충 등은 육안으로 조사하였고 물벼룩은 현미경 (SMZ800, Nikon, Japan)으로 Won et al. (2005)의 분류방법을 참조하여 개체수를 조사하였다. 조사된 각각의 개체수는 100 mL로 환산하여 비교 검토하였다.

**통계 분석방법** 모든 연구결과의 통계분석은 SAS 9.1.3 버전 (2006)을 사용하였다. 처리구별 미소동물의 개체수간의 유의성 검증은 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test를 사용하여 수행하였다. 조사된 미소동물의 개체수와 피복작물과의 관계는 주성분 분석을 통하여 비교 검토하였다.

## 결과 및 고찰

**논물 미소동물 생태계 변화** 피복작물 처리에 따른 시기별 논물의 미소동물 생태계 변화는 Table 1과 같다. 벵이양전 논의 미소동물 개체수는 관행 처리구에 비해 무경운으로 처리한 구에서 유의적으로 높은 경향이었다 ( $p < 0.05$ ). 특히 무경운 헤어리베치 처리가 2.4 no. 100 mL<sup>-1</sup>로 가장 높아 다른 피복작물에 비해 유의적인 차이가 있었으며 ( $p < 0.05$ ) 무경운 자운영 처리는 1.5 no. 100 mL<sup>-1</sup>, 무경운 호밀 처리

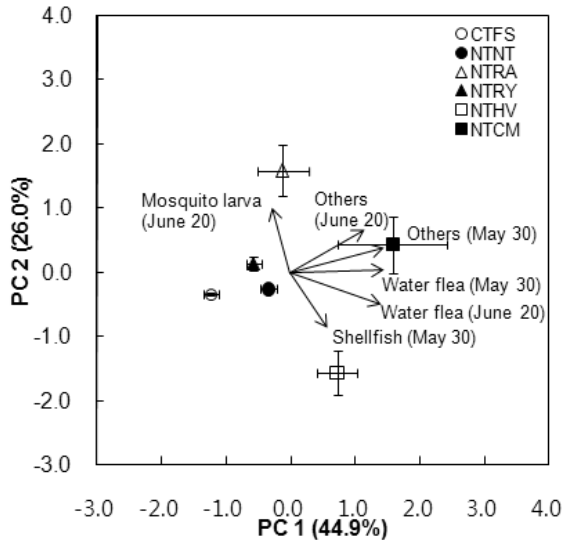
는 1.1 no. 100 mL<sup>-1</sup>, 무경운 녹비 무처리는 0.9 no. 100 mL<sup>-1</sup>, 무경운 유채 처리는 0.8 no. 100 mL<sup>-1</sup>으로 유의적인 차이는 없었다. 패류는 무경운 헤어리베치 처리에서 2.4 no. 100 mL<sup>-1</sup>으로 가장 많았으며 물벼룩의 개체수는 무경운 자운영 처리에서 0.7 no. 100 mL<sup>-1</sup>으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 많았다 ( $p < 0.05$ ). 이양후 논 미소동물은 대부분 물벼룩이 우점하였고 모기유충도 상대적으로 많은 경향이었다. 물벼룩의 개체수는 무경운 호밀 처리에서 729 no. 100 mL<sup>-1</sup>으로 가장 많았으며 무경운 자운영 처리는 556 no. 100 mL<sup>-1</sup>, 무경운 유채 처리는 212 no. 100 mL<sup>-1</sup>, 무경운 녹비 무처리는 204 no. 100 mL<sup>-1</sup>, 무경운 호밀 처리는 107 no. 100 mL<sup>-1</sup>를 나타냈으며 관행은 18 no. 100 mL<sup>-1</sup>으로 조사되었다 ( $p < 0.05$ ). 무경운 논에서 모기유충은 무경운 유채 처리가 108.3 no. 100 mL<sup>-1</sup>으로 가장 많았으며 무경운 호밀 처리는 52.0 no. 100 mL<sup>-1</sup>를 나타내어 상대적으로 분해가 낮은 유채와 호밀 처리구에서 개체수가 유의적으로 많았다 ( $p < 0.05$ ). 이양후 미소동물의 개체수는 관행에 비해 무경운 처리에서 무경운 헤어리베치 처리가 40.8배, 무경운 자운영 처리가 31.2배, 무경운 유채 처리가 18.1배, 무경운 녹비 무처리가 11.5배, 무경운 호밀 처리가 8.8배 많은 것으로 조사되었다. 이러한 결과는 무경운 논에서 수생동물의 개체수가 많다고 보고한 Osawa et al. (2004)의 결과와 일치하였다. Yamazaki et al. (2004)은 일본의 논물에서는 38종의 수생동물이 있고 관개용수에서는 18종이 관찰되었다고 하였으나 본 연구에서는 벵 생육 초기에 조사한 결과로서 수생동물의 종류가 매우 적었다. 따라서 논 습지로서의 기능과 생태계의 다양성을 고려할 때 무경운 상태에서 거친 유기물 보다 분해가 빠른 두과작물이 유리하며 (Lee et al., 2010) 물벼룩의 개체수는 벵 유기농업의 지표로 사용할 수 있을 것으로 판단되었다.

**Table 1. Dense population of aquatic animals on the water in a rice field.**

Treatment <sup>†</sup>	May 30				June 20			
	Shellfish	<i>Daphniidae</i>	Others	Total	<i>Daphniidae</i>	<i>Culicidae</i>	Others	Total
	----- number per 100 mL -----							
CTFS	0.1b <sup>‡</sup>	0.1b	0.0c	0.2c	18e	0.0c	0.0c	18e
NTNT	0.5b	0.1b	0.3b	0.9bc	204c	2.0c	1.0bc	207d
NTRA	0.5b	0.0b	0.3b	0.8bc	212c	108.3a	5.0a	326c
NTRY	0.6b	0.3b	0.2bc	1.1bc	107d	52.0b	0.0c	159d
NTHV	2.4a	0.2b	0.2bc	2.8a	729a	3.0c	2.0b	734a
NTCM	0.3b	0.7a	0.5a	1.5b	556b	2.3c	4.3a	563b

<sup>†</sup>CTFS, conventional tillage without rice straw or green manure crop treatment; NTNT, no-tillage without cover crops; NTRA, no-tillage amended with rape; NTRY, no-tillage amended with rye; NTHV, no-tillage amended with hairyvetch; NTCM, no-tillage amended with Chinese milk vetch.

<sup>‡</sup>Means by the same letter within a column are not significantly different at 0.05 probability level according to Duncan's multiple range test.



**Fig. 1. Principal component analyses of aquatic animals on the water in a rice field. The variance explained by the each principal component axis is shown in parentheses. Bars represent one standard deviation of the mean. CTFS, conventional tillage without rice straw or green manure crop treatment; NTNT, no-tillage without cover crops; NTRA, no-tillage amended with rape; NTRY, no-tillage amended with rye; NTHV, no-tillage amended with hairyvetch; NTCM, no-tillage amended with Chinese milk vetch.**

**논물 미소동물 생태계 변화** 무경운 논에서 녹비작물 처리에 따른 벼 생육초기 미소동물의 개체수 변화를 주성분으로 분석하였다 (Fig. 1). 주성분 분석은 처리별 몇 가지의 주성분을 추출하여 설명하고 예측할 수 있다 (Kim and Lee, 2011; Lee et al. 2011). 주성분 분석결과 제1주성분이 44.9%, 제2주성분이 26.0%로서 전체 70.9%의 자료를 설명할 수 있는 것으로 나타났다. 주성분 분석결과 관행은 무경운 처리구와 유의적으로 차이가 있었으며 무경운 처리에서는 무경운 자운영과 무경운 헤어리베치 처리가 무경운 녹비 무처리, 무경운 유채 처리 및 무경운 호밀 처리구와 유의적인 차이가 있었다. 제1주성분은 5월 30일 기타 미소동물이 개체수가 크게 기여하였으며 6월 20일 물벼룩 개체수, 5월 30일 물벼룩 개체수, 6월 20일 기타 미소동물 개체수, 5월 30일 패류 개체수 순으로 정의 기여를 하는 것으로 나타났다. 6월 20일 모기 유충은 부의 기여를 하였다. 무경운 자운영 처리는 기타 미소동물의 개체수와 5월 30일 물벼룩 개체수와 밀접한 관련이 있고 무경운 헤어리베치 처리구는 5월 30일 패류 개체수와 관련이 큰 것으로 나타났다.

본 연구에서 무경운 논에서 피복작물 처리에 따른 미소동물을 분석한 결과 유기물 투입이 논물의 미소동물 개체수 증가에 기여하는 것을 알 수 있었다. 따라서 논에서 자연 생태계를 유지하면서 친환경적인 벼 생산을 위해서는 논물의 미소동물 개체수의 변화에 대하여 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

벼 유기농업을 실천하기 위하여 무경운 논에서 피복작물로 자운영, 벧짚, 헤어리베치, 유채 및 호밀 등을 처리하고 논물의 미소동물 개체수의 변화를 검토코자 수행하였다. 이양전 5월 30일 논물의 미소동물 개체수는 무경운 헤어리베치 처리구가 관행, 무경운 자운영 처리, 무경운 유채 처리, 무경운 호밀 처리 및 무경운 녹비 무처리에 비해 유의적으로 많았다 ( $p < 0.05$ ). 이양후 6월 20일 논물의 물벼룩과 모기유충 개체수는 관행이 무경운 처리구에 비해 유의적으로 낮았다 ( $p < 0.05$ ). 주성분 분석결과 관행은 무경운 처리구와 유의적으로 차이가 있었으며 무경운 처리에서는 무경운 자운영 처리와 무경운 헤어리베치 처리가 무경운 녹비 무처리, 무경운 유채 처리 및 무경운 호밀 처리구와 유의적인 차이가 있었다. 무경운 논에서 유기물 투입이 논물의 미소동물 개체수 증가에 기여하였으며 분해가 느린 호밀과 유채 보다 분해가 빠른 두과작물이 미소동물 개체수 증가에 유리하였고 벼 유기농업의 지표로 물벼룩의 개체수를 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 (과제번호: PJ006906 20201)의 지원에 의해 이루어진 것임을 밝힙니다.

## 인 용 문 헌

- Busscher, W.J., P.J. Bauer, C.R. Camp, and R.E. Sojka. 1997. Correction of cone index for soil water content differences in a coastal plain soil. *Soil Till. Res.* 43:205-217.
- Erenstein, O. 2002. Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications. *Soil Till. Res.* 67: 115-133.
- Kim, E.S. and Y.H. Lee. 2011. Response of soil microbial communities to applications of green manures in paddy at an early rice-growing stage. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44:221-227.
- Lai, R. 1991. Tillage and agricultural sustainability. *Soil Till. Res.* 20:133-146.
- Lee, Y.H. 2010. Evaluation of no-tillage rice cover crop cropping systems for organic farming. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43:200-208.
- Lee, Y.H., D. Son, and Z.R. Choe. 2009. Effects of rice-winter cover crops cropping systems on the rice yield and quality in no-tillage paddy field. *Korean J. Environ. Agric.* 28(1):53-58.

- Lee, Y.H., B.K. Ahn, and J.H. Lee. 2010. Impacts of rice straw application and green manuring on selected soil physical properties and microbial biomass carbon in no-till paddy field. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 43(1):105-112.
- Lee, Y.S., J.H. Kang, K.J. Choi, S.T. Lee, E.S. Kim, W.D. Song, and Y.H. Lee. 2011. Response of soil microbial communities to different cultivation systems in controlled horticultural land. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 44:118-126.
- Osawa, S., T. Inoue, and T. Katsuno. 2004. Effects of paddy field management during winter on the condition of the aquatic animals in valley-bottom paddy fields in spring. *LRJ* 67(4):335-338.
- SAS Institute, 2006. SAS Version 9.1.3 for Window, SAS Inst., Cary, NC.
- Won, D.H., S.J. Kwon, and Y.C. Jun. 2005. Aquatic insects of Korea. Korea Ecosystem Service, Seoul, Korea (In Korean).
- Wright, A.L., F.M. Hons, and J.E. Matocha Jr.. 2005. Tillage impacts on microbial biomass and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. *Appl. Soil Ecol.* 29:85-92.
- Yamazaki, M., Y. Hamada, N. Kamimoto, T. Momii, and M. Kimura. 2004. Composition and structure of aquatic organism communities in various water conditions of a paddy field. *Ecol. Res.* 19:645-653.