

고추밭 고랑 볏짚피복에 의한 양분유출 특성

홍성창[†], 김민경, 정구복, 소규호

국립농업과학원 기후변화생태과

Furrow Covering Effects with Rice Straw on Nutrient Discharge from Upland Soil Used for Red Pepper Cultivation

Seung-Chang Hong[†], Min-Kyeong Kim, Goo-Buk Jung, Kyu-Ho So

Climate Change and Agroecology Division, National Institute of Agricultural Sciences,
RDA, Wanju, 55365, Korea

(Received: Dec. 24, 2015 / Revised: Feb. 15, 2016 / Accepted: Feb. 15, 2016)

ABSTRACT: Excessive application of nutrient supplement on the upland soil may increase the amount of discharge to surrounding water systems. The chemical fertilizer (CF), cow manure compost (CMC), and pig manure compost (PMC) are used as a nutrient supplement for cultivation of red pepper. Rice straws are widely used as a soil covering material in order to reduce weed occurrence, to protect soil moisture, and to supply organic matter in upland soil. This study was conducted to evaluate the furrow covering effect with rice straw on nutrient discharge in upland soil used for red pepper cultivation. The experimental plots of nutrient supplement were consisted of CF, CMC, and PMC and the amount of nutrient application were as recommended amount after soil test for red pepper cultivation. Each nutrient supplement treatment plot has no furrow covering (CFC) as a control and furrow covering with rice straw (FCS), respectively. Furrow covering with rice straw (FCS) of CF treatment and CMC treatment reduced the amount of T-N(total nitrogen) discharge by 1.4 kg ha⁻¹, 2.1 kg ha⁻¹, respectively, compared to control. While the amount of T-P(total phosphorus) discharge of the furrow covering with rice straw of CF, CMC, and PMC increased by 2.1 kg ha⁻¹, 2.1 kg ha⁻¹, and 0.2 kg ha⁻¹, respectively, compared to control. The phosphorus and nitrogen content of straw were 0.4 % and 0.3 % respectively. In addition, in three week the phosphorus was eluted from the straw which soaked in distilled water. Thus, it was assumed that T-P discharging originated from rice straw which applied as a furrow covering material. The furrow covering with rice straw reduced weed occurrence compared to control. But production of fresh red pepper was not influenced significantly by furrow covering with rice straw. In conclusion, excessive furrow covering with rice straw could induce T-P discharge from upland soil used for red pepper cultivation. Further studies are needed to evaluate the appropriate amount of rice straw as a furrow covering material.

Keywords: Furrow covering, Nutrient discharge, Red pepper, Rice straw, Surface runoff

초 록: 농경지에 작물재배를 위한 양분재료의 과다한 투여는 주변 수계로의 양분유출을 증가시킬 수 있다.

[†] Corresponding Author (e-mail: schongcb@korea.kr)

고추재배시 사용되는 양분재료는 화학비료, 우분퇴비, 돈분퇴비 등이 대표적이다. 벧짚은 벼 재배의 부산물로 밭 농사에서 잡초발생 억제, 토양수분 보존, 유기물 재료로 널리 사용된다. 본 연구는 노지 고추 재배에서 밭 고랑을 벧짚으로 피복할 때 강우로 발생하는 표면 유출수에 의한 양분유출 특성을 파악하기 위해 수행하였다. 시험구는 양분재료를 기준으로 하여 화학비료, 우분퇴비, 돈분퇴비로 구분하였고 양분투입량은 토양검정 시비량에 준하여 처리하였다. 각각의 시험구는 화학비료 또는 우분퇴비, 돈분퇴비를 사용한 후 벧짚으로 덮은 경우(피복 처리구)와 덮지 않은 경우(무피복구)로 구분하였다. 화학비료 처리구와 우분퇴비 처리구의 벧짚 고랑 피복 처리는 무피복구 보다 T-N(총질소)의 유출이 각각 1.4 kg ha^{-1} , 2.1 kg ha^{-1} 감소하였다. 반면에 화학비료 처리구와 우분퇴비 처리구, 돈분퇴비 처리구의 벧짚고랑 피복 처리는 무피복구 보다 T-P(총인)의 유출이 각각 2.1 kg ha^{-1} , 2.1 kg ha^{-1} , 0.2 kg ha^{-1} 증가하였다. 벧짚은 질소 0.4 %, 인산을 0.3 % 함유하고 있고 증류수에 벧짚을 담근 후 3주일 내에 인산 성분이 유출되므로 T-P의 유출은 고랑을 피복한 벧짚에서 기원한 것으로 추정된다. 무피복구에 비하여 고랑 벧짚 피복구는 잡초발생이 줄었다. 그러나 붉은 고추의 수확량은 무피복구와 벧짚피복구 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 결론적으로, 고추밭 고랑을 벧짚으로 과다하게 피복하면 T-P의 유출을 유발할 수 있으므로 고랑을 피복하는데 적절한 벧짚량을 산정하기 위한 추가적인 연구가 필요하다고 판단되었다.

주제어: 고랑피복, 고추, 벧짚, 양분유출, 표면 유출수

1. 서론

고추는 전국적으로 45,360 ha (MAFRA, 2013)의 면적에서 대부분 노지재배되고 있다. 노지고추 재배에서 고랑(furrow)은 작물이 심겨지는 이랑(두둑)을 형성하기 위해 흙을 파낸 이랑과 이랑 사이의 공간으로 강우 시 배수로 역할을 하고 병해충방제, 수확 등 농작업이 이루어지는 밭 토양 중 일부분이다. 고추를 이랑에 1열 재배시 이랑의 폭은 90~110 cm이며¹⁾ 노지고추 재배에서 이랑과 고랑은 80~90 cm로 대개 같은 간격으로 조성하게 되어 고랑의 면적은 전체 고추 밭 면적의 약 40~50 %에 해당하게 된다. 고랑의 토양은 장애물의 제거, 이랑과 고랑의 조성, 작물의 뿌리생육 촉진을 위해 쟁기와 로터리를 이용한 작업 등으로 부드럽게 조성하게 되어 강우 시 빗방울에 의한 타격과 표면 유출수에 의한 토양침식에 취약한 물리적 특성을 가지고 있다²⁾. 밭 작물 재배시 토양표면을 벧짚으로 피복하면 광차단에 의한 잡초 발생 억제, 토양수분의 유지, 토양침식의 방지, 토양 유래 병 발생 저감, 유기물 공급 등의 효과가 있다^{3,4)}. 밭 작물을 재배하기 위해 투여하는 양분재료는 화학비료와 우분퇴비, 돈분퇴비, 계분퇴비 및 여러 종류의 유기물퇴비 등이 있

다. 경제적인 작물재배와 농경지 양분의 합리적인 관리를 위해서는 토양 검정시비량에 근거한 합리적인 양분 투여가 가장 바람직하다. 그러나 토양 검정 시비량을 준수하지 않고 양분재료를 과다하게 투입하면 인근 수계에 유출되어 비점오염원으로 작용할 수 있다. 밭으로 부터 유출되는 비점오염원은 밭 토양 표면을 벧짚거적이나⁵⁾ 밀짚³⁾으로 피복을 하면 토양유실이 줄어들고, 또한 벧짚 등 분해가 용이한 농업부산물로 만든 장애물을 밭 배수로에 설치하면 T-N(총질소), T-P(총인) 등 비점오염원 배출을 감소시킬 수 있다⁶⁾. 우리나라에서 시판되는 벧짚거적(straw mats)은 벧짚을 비닐 끈으로 엮은 것으로 주로 도로와 건물의 절개지 토양표면을 피복하여 녹화를 촉진하는데 사용된다. 벧짚거적으로 밭 토양을 피복하면 벧짚을 엮은 비닐끈은 분해되지 않아 농작업에 방해가 되므로 비닐끈은 제거해야 하는 불편함이 있다. 밭 토양을 피복하는 벧짚은 구입하지 않고 자신의 논에서 벼 재배 후 산출되는 것을 밭농사에 이용하는 것이 바람직할 것이다. 벧짚은 T-N을 0.59 %, P_2O_5 을 0.24 % 함유한다⁷⁾. 우리나라의 노지작물 재배와 비닐하우스의 친환경재배를 위해 밭 토양 표면을 피복하는 경우에 벧짚 피복 추천량은 약 $0.5 \sim 1.5 \text{ ton ha}^{-1}$ 이나 벧짚 피복량이 과

다하면 질소와 인 성분이 표면유출수에 의해 유출될 수 있을 것이다. 본 연구는 고추밭 고랑을 벧짚으로 피복할 때의 양분유출 특성을 구명하기 위해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 시험포장 조성 및 조사

본 연구는 2014년 3월부터 12월까지 충북 진천군 문백면의 시험포장에서 수행하였다. 시험포장의 양분재료 처리구는 화학비료 처리구(대조구), 우분퇴비 처리구, 돈분퇴비 처리구 등 3개를 900 m² (36m×25m) 면적으로 조성하였다. 각각의 양분재료 처리구는 고랑을 벧짚으로 피복한 벧짚 피복처리구과 무피복 처리구로 구분하여 설치하였다. 화학비료는 시험전 토양을 토양검정 후 시비처방서의 해당량인 190-112-149(N-P₂O₅-K₂O)kg ha⁻¹을 기비로 사용하였다. 시비처방서에 따라 우분퇴비는 화학비료 대체 가축분 퇴비 추천량인 29.5 ton ha⁻¹ (기본량 25.5 ton ha⁻¹, 비료대체량 4 ton ha⁻¹), 돈분퇴비는 화학비료 대체 가축분 퇴비 추천량인 7.9 ton ha⁻¹ (기본량 5.5 ton ha⁻¹, 비료대체량 2.4 ton ha⁻¹)를 각각 처리하였다 (<http://soil.rda.go.kr>). 즉, 양분 투입량은 농촌진흥청에서 권장하는 고추 표준영농재배법에 근거하여 산출되는 시비처방서에 따랐으며 강우에 의한 표면유출수에 의해 유출되는 양분의 양을 고려하여 양분투입량을 결정하지는 않

았다. 농업용 관리기를 이용하여 이랑과 고랑의 폭을 각각 80 cm로 조성한 후 이랑은 농가 관행대로 검정색 PE (Polyethylene) 멀칭비닐을 피복하였다. 고추 (농가천하)는 재식거리 160 cm × 30 cm 로 2014년 5월 3일에 정식하였다. 고추 정식 후 고랑은 2014년 5월 29일 전년도에 생산된 벧짚을 고랑의 토양이 완전히 피복되도록 2.7 ton ha⁻¹을 피복하였다 (Fig. 1). 시험포장의 경사도는 약 8 %로 완만한 경사를 이루고 주변의 지형보다 높게 위치하여 배수가 양호하였다. 밭 표면 유출수의 유출량은 각 처리구별로 전자식유량계(Wintech, EM1000, Korea)를 설치하여 측정하였다. 시험포장의 잡초발생은 10월 15일에 고랑 1.5 m² 면적에서 발생한 잡초를 채취하여 조사하였고 1 m² 면적으로 환산하여 표기하였다. 작물수량은 붉은 고추를 수확하여 무게를 측정하였다.

물에 의한 벧짚의 양분유출을 측정하기 위해 2015년 11월 19일 벧짚을 각각 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 kg m⁻²을 플라스틱 상자에 넣고 증류수 5리터를 첨가하고 3주 후 물의 T-N, T-P 함량을 분석하였다.

2.2 시료채취 및 분석

시험구의 시험전 토양의 화학적 특성은 [Table 1]과 같으며 가용성인산의 함량이 다소 높은 특성을 나타냈다. 본 연구에서 사용한 우분퇴비와 돈분퇴비의 화학적 특징은 [Table 2]와 같다. 토양시료는 시험 전에 채취하여 분석하였는데 토양의 pH와 EC는



Control (no furrow covering)



Furrow covering with rice straw

Fig.1. Scene of experiment in no furrow covering (left) and furrow covering with rice straw (right). Ridges mulched with black vinyl mulching conventionally.

Table 1. Chemical Properties of Soil before the Experiment

Soil texture	pH (1:5)	EC (ds/m)	Organic matter (g kg ⁻¹)	Available P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. Cations (cmol kg ⁻¹)			
					K	Ca	Mg	Na
Sandy loam	6.5	0.22	13.8	1,114	0.47	6.4	1.5	0.22

Table 2. Chemical Properties of Manure Compost used in this Study

Nutrient supplement	pH (1:5)	Organic matter (%)	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Cow manure compost	9.1	29.4	0.53	1.66	1.34	0.72
Pig manure compost	9.3	38.5	1.13	0.83	1.22	1.39

각각 pH meter (Model 720A, Orion)와 EC meter (Model 145A, Orion)를 사용하여 측정하였다 (NIAST, 2000). 토양 중 유기물은 습식산화분해법인 Tyurin법 (농진청, 2010), 유효인산은 Lancaster 법 (농진청, 2010)으로 분석하였으며 치환성 양이온은 1N NH₄OAc-용액 (pH 7)으로 침출하여 ICP-OES (GBC Integra XMP, Australia)를 이용하여 분석하였다 (NIAST, 2000). 물 분석 시료는 강우시 각 처리구의 최하단에 설치한 유출수 수집장치에서 채취하였다. 수질분석은 Standard Methods (APHA, 1998)와 수질오염공정시험기준 (MOE, 2008)에 의해 T-N은 alkaline persulfate 분해 후에 cadmium reduction법, T-P는 persulfate 분해 후에 ascorbic acid법으로 분석하였다. 벧짚의 무기성분 함량은 T-N, T-C는 식물체 분쇄하여 0.3g을 CN분석기에 넣고 건식연소법으로 분석하였다 (NIAST, 2000). K, Ca, 는 식물체 분쇄하여 0.5g을 H₂SO₄-HClO₄ 분해법으로 분해하여 ICP로 분석하였고 P는 식물

체를 분쇄하여 0.5g을 H₂SO₄-HClO₄ 분해법으로 분해한 후 Vanadate 발색법으로 분석하였다 (NIAST, 2000).

3. 결과 및 고찰

3.1 강수량 및 표면 유출량

시험포장의 고추재배기간인 2014년 5월에서 10월의 강수량 분포를 조사한 결과는 [Fig. 2]의 왼쪽 그림과 같다. 고추 재배기간 중의 전체 강수량은 764 mm였고 7월의 강수량은 125 mm, 8월의 강수량은 197 mm였다.

[Fig. 2]의 오른쪽 그림은 2014년 고추 재배기간인 5월에서 10월의 강우에 의한 표면수의 유출량을 기록한 것으로 유출량은 2,559 ton ha⁻¹ 이었다. 유출량은 월별로 강수량이 달라 월별 유출량도 다르

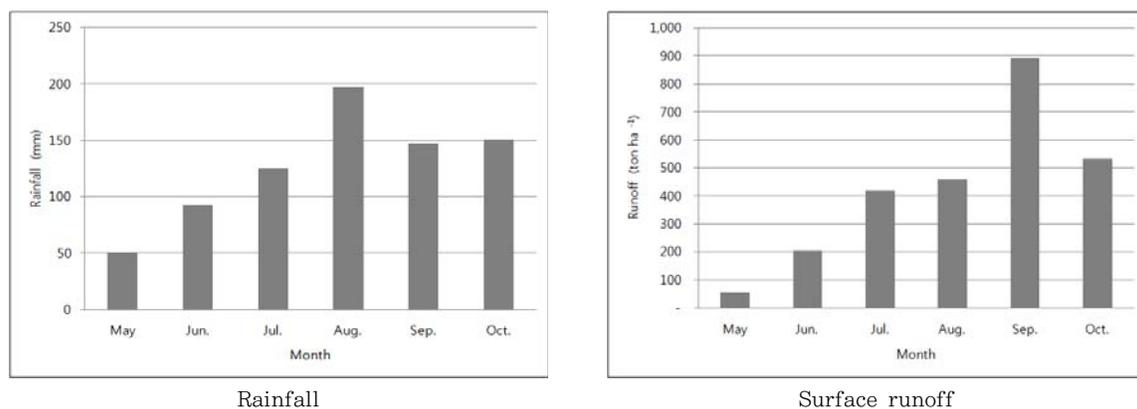
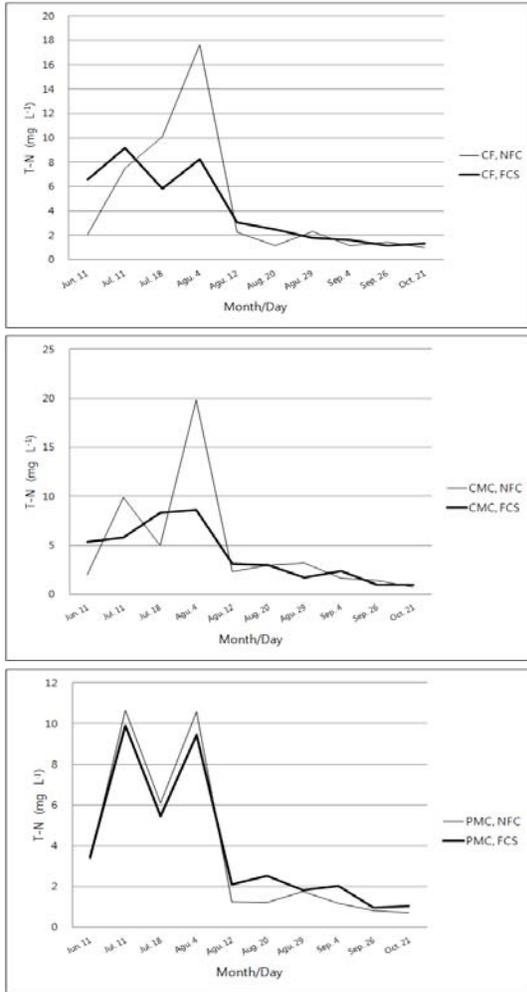


Fig. 2. Distribution of rainfall and surface runoff during the red pepper cultivation from May to October in 2014.



CF : Chemical Fertilizer, CMC : Cow Manure Compost, PMC : Pig Manure Compost, NFC : No Furrow Covering, FCS : Furrow Covering with rice Straw, T-N : Total Nitrogen

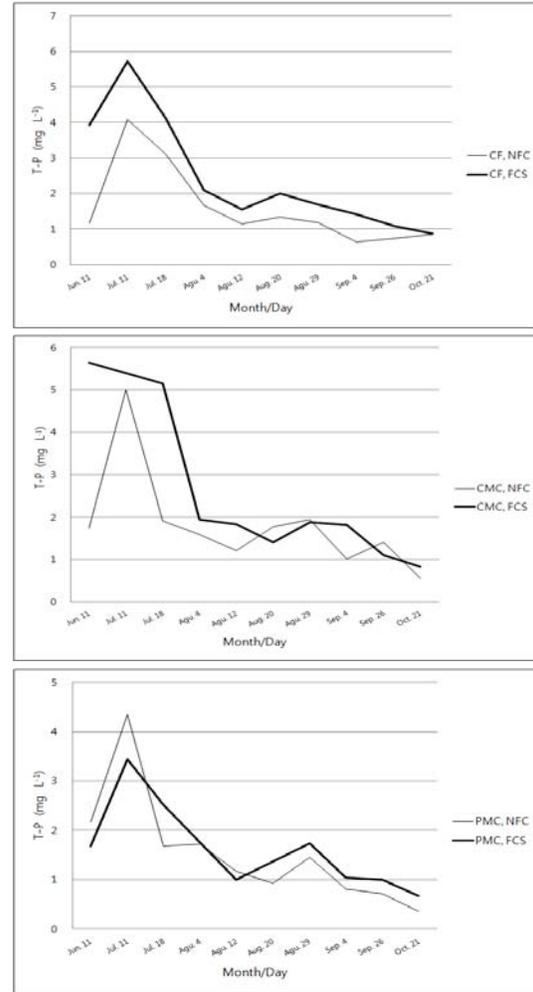
Fig. 3. Time variant T-N concentration in runoff water as affected by different input nutrient supplement and furrow covering with rice straw.

게 측정되었고 겨울철 강설에 의한 표면유출수의 유출량은 측정하지 않았다.

[Fig. 2]의 표면 유출수량과 [Fig. 3]의 T-N 농도, [Fig. 4]의 T-P 농도를 이용하여 [Table 3]의 T-N과 T-P 유출량을 산출하였다.

3.2 양분 유출 농도

[Fig. 3]은 양분투입재료와 고랑 벧짚 피복에 의한 표면유출수의 T-N 농도를 나타낸 것이다. 화학비료처리구, 우분퇴비처리구는 벧짚 무피복에서 초



CF : Chemical Fertilizer, CMC : Cow Manure Compost, PMC : Pig Manure Compost, NFC : No Furrow Covering, FCS : Furrow Covering with rice Straw, T-P : Total Phosphorus

Fig. 4. Time variant T-P concentration in runoff water as influenced by different input nutrient supplement and furrow covering with rice straw.

기에 T-N 농도가 높았으나 돈분퇴비처리구는 벧짚 피복과 벧짚 무피복의 T-N 농도가 후기까지 유사한 경향을 보였다.

[Fig. 4]는 양분투입 재료별 고랑 벧짚 피복에 의한 표면유출수의 T-P 농도를 나타낸 것이다. 화학비료처리구, 우분퇴비처리구의 벧짚 피복은 초기부터 후기까지 무피복 보다 T-P 농도가 높게 유지되었다. 돈분퇴비처리구는 벧짚피복과 무피복의 T-P 농도가 유사한 경향을 보이다 후기에는 벧짚피복의 T-P 농도가 높아지는 경향을 나타내었다.

3.3 양분 유출량

[Table 3]과 [Fig. 5]는 양분투입재료별 고랑 벧짚 피복에 의한 표면유출수의 T-N과 T-P의 총 유출량을 나타낸 것이다.

T-N의 유출량은 화학비료처리구의 벧짚 고랑 피복에 의해 1.4 kg ha⁻¹ 감소되어 감소율이 12.2 % 였고, 우분퇴비 처리구의 벧짚 고랑 피복에 의해 2.1 kg ha⁻¹ 감소되어 감소율이 17.5 % , 돈분퇴비 처리구의 벧짚 고랑 피복에 의해 0.3 kg ha⁻¹ 증가되어 증가율이 3.2 %를 나타내었다.

T-P의 유출량은 화학비료처리구의 벧짚 고랑 피복에 의해 2.1 kg ha⁻¹ 증가되어 증가율이 53.9 % 였고, 우분퇴비 처리구의 벧짚 고랑 피복에 의해 2.1 kg ha⁻¹ 증가되어 증가율이 46.7 % , 돈분퇴비 처리구의 벧짚 고랑 피복에 의해 0.2 kg ha⁻¹ 증가되어 증가율이 5.3 %를 나타내었다.

Shin⁸⁾ 등은 무피복한 콩밭의 강우에 의한 표면유

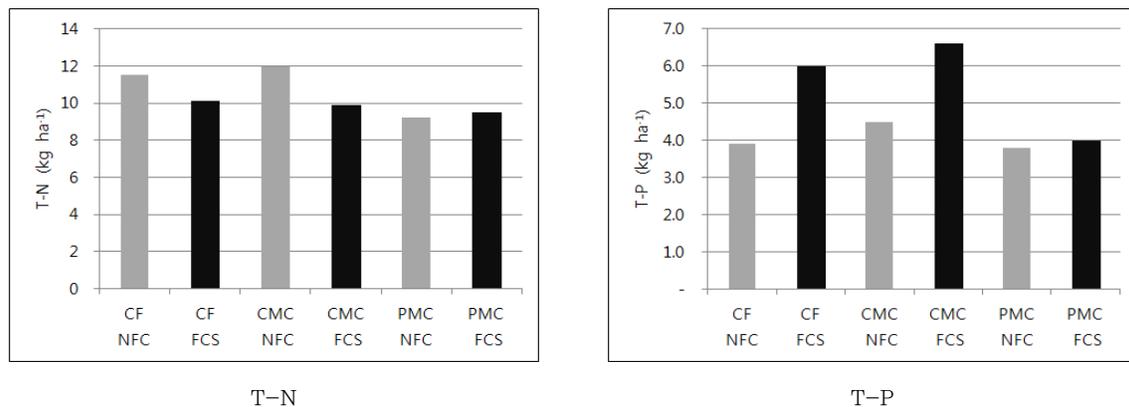
출수에 의한 T-N의 유출량은 3.6 kg ha⁻¹, T-P의 유출량은 3.2 kg ha⁻¹ 이라 했고 Zhang⁹⁾ 등은 채소재배 밭의 T-N의 유출량은 4.9 kg ha⁻¹, T-P의 유출량은 1.1 kg ha⁻¹ 이라 하였다. 또한, Hong²⁾ 은 고추밭의 양분 유출량은 화학비료 처리시 T-N이 9.1 kg ha⁻¹, T-P가 5.0 kg ha⁻¹ 이라 하였으며 고추밭 고랑을 농업용 흑색 부직포로 피복시 T-N의 유출량을 36~49 %, T-P의 유출량을 37~63 % 줄일 수 있다고 하였다.

Cheshire⁸⁾ 등은 질소 함량이 특히 낮은 유기물은 토양의 무기태질소를 부동화(immobilization) 한다고 하였다. 이 부동화한 질소는 궁극적으로는 다시 무기화 될 것이지만 부동화는 토양으로 부터 NO₃⁻의 손실을 막거나 줄여, 질소 수지를 향상시키고 지하수 오염 위험을 줄일 것이라고 했다. 따라서 화학비료구와 우분퇴비처리구에서 벧짚처리의 T-N 유출량이 무피복 보다 감소한 것은 미생생물에 의한

Table 3. Furrow Covering Effects with Rice Straw on Amount of T-N and T-P Discharge

Nutrient	Chemical fertilizer (kg ha ⁻¹)			Cow manure compost (kg ha ⁻¹)			Pig manure compost (kg ha ⁻¹)		
	NFC	FCS	FCS-NFC	NFC	FCS	FCS-NFC	NFC	FCS	FCS-NFC
T-N	11.5	10.1	-1.4 (-12.2%*)	12.0	9.9	-2.1 (-17.5%)	9.2	9.5	+0.3 (+3.2%)
T-P	3.9	6.0	+2.1 (+53.9%)	4.5	6.6	+2.1 (+46.7%)	3.8	4.0	+0.2 (+5.3%)

NFC : No Furrow Covering, FCS : Furrow Covering with rice Straw, FCS-NFC : FCS minus NFC, *Percentage fluctuation, T-N : Total Nitrogen, T-P : Total Phosphorus



CF : Chemical Fertilizer, CMC : Cow Manure Compost, PMC : Pig Manure Compost, NFC : No Furrow Covering, FCS : Furrow Covering with rice Straw, T-N : Total Nitrogen, T-P : Total Phosphorus

Fig. 5. Furrow covering effects with rice straw on amount of T-N and T-P discharge.

벚짚이 함유한 질소의 부동화 작용에 의한 것이라고 판단된다.

[Fig. 6]은 벚짚을 증류수에 3주 동안 담근 후 증류수 중의 질소와 인산의 성분을 분석한 결과이다. 그림에서 벚짚의 질소와 인산은 물에 용해되어 나와 증류수 중의 질소와 인산의 농도를 높인 것을 알 수 있다.

따라서 벚짚에 함유되어 있는 질소와 인산 성분은 벚짚이 분해되어 무기화 되기 전에 강우에 의해 유출수에 용해되어 유출 될 수 있을 것으로 추정 가능하다. 앞으로 이와 관련한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

[Table 4]는 벚짚이 함유한 무기성분과 증류수에 담근 후 벚짚의 무기성분함량을 분석한 결과이다. 2015년 수확 직후의 벚짚은 T-N 성분은 0.71 %, P₂O₅ 의 함량은 0.16 % 함유하였다. Lee et al. (1997)은 벚짚의 T-N 성분은 0.59 %, P₂O₅ 의 함량은 0.24 % 라 하였다⁷⁾.

[Fig. 6]의 오른쪽 그림에서 T-P 배출량이 벚짚 피복에서 증가한 것은 벚짚에 함유된 인(phosphorus) 성분이 유출된 것으로 판단된다.

Choi et al. (2012)은 배추밭에서 벚짚거적 피복이 비점오염원 배출을 34~75 % 저감한다고 했는데⁵⁾ 이때의 벚짚의 피복량이 약 0.5 ton ha⁻¹ 로 추

정된다. Won et al.(2012b)은 벚짚거적을 0.3, 0.6, 0.9 ton ha⁻¹로 피복하여 실내에서 인공강우 실험을 통해 최적관리기법 (Best Management Practice, BMPs)로서 벚짚거적을 0.6 ton ha⁻¹피복하는 것을 권장하였고¹⁰⁾, Won et al. (2012a)은 밭 토양을 벚짚거적을 피복하면 밭 유출수와 침전물 유출이 줄고 SS 농도가 감소한다고 하였다⁹⁾.

Döring et al. (2005)은 절단한 밀짚을 1.25, 2.5, 5.0 ton ha⁻¹피복하면 각각 31, 42, 26 g m⁻²의 토양이 유실되고 무피복구에서 토양 유실이 1,606 g m⁻²로 가장 많았다고 하였다³⁾.

Choi et al.(2012)과 Won et al.(2012a, 2012b)이 밭 토양의 피복재료로 사용한 것은 벚짚거적 (straw mats)이다. 시판되는 벚짚거적은 벚짚을 비닐 끈으로 엮은 것으로 주로 도로와 건물의 절개지 토양표면을 피복하여 녹화를 촉진하는데 사용된다 (<http://www.geojeok.com/>, <http://www.treepark.co.kr/>). 벚짚거적을 농경지 밭에 사용하면 벚짚을 엮은 비닐 끈은 분해되지 않는다. 벚짚거적을 엮은 비닐 끈은 다음 작기의 작물재배를 위한 쟁기 작업, 로타리 작업, 이랑의 형성과 피복작업 등 농작업에 방해가 되므로 제거해야 하는 단점이 있다.

우리나라의 노지작물재배와 비닐하우스재배에서 잡초발생 저감과 토양 염류제거 등을 위해 밭 토양

Table 4. Chemical Properties of Rice Straw used in this Study

T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)
0.71	0.16	0.72	0.34

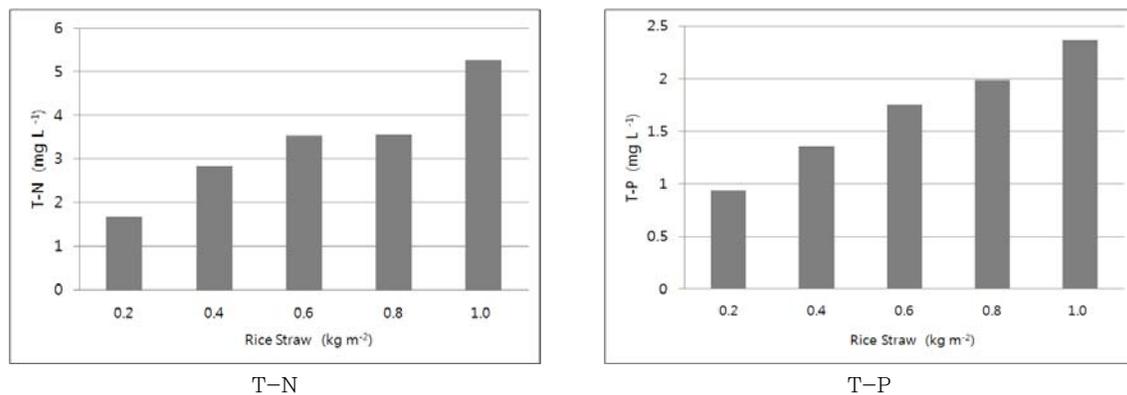
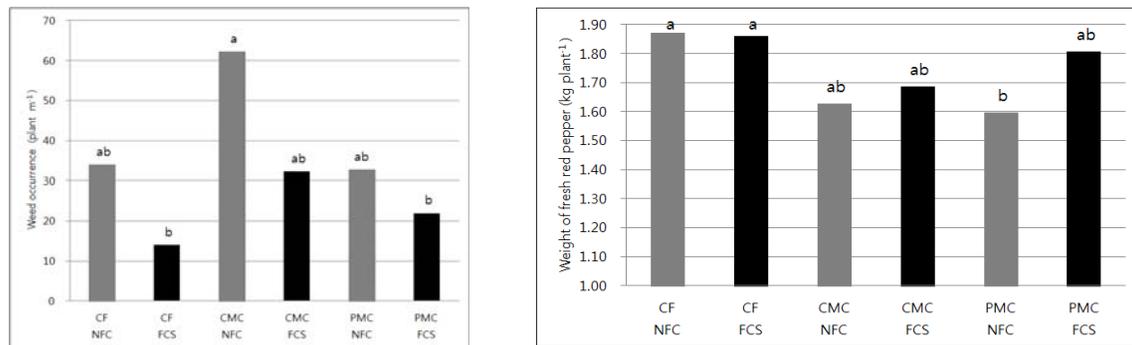


Fig. 6. T-N and T-P concentration as influenced by different amount of rice straw which soaked in distilled water in three weeks.



Different letters within a same column represent significant differences at ($P < 0.05$) ($n=3$) by DMRT's test. CF : Chemical Fertilizer, CMC : Cow Manure Compost, PMC : Pig Manure Compost, NFC : No Furrow Covering, FCS : Furrow Covering with rice Straw

Fig. 7. Weed occurrence(left) and production of red pepper fruit(right) as affected by different nutrient supplement and furrow covering with rice straw.

표면을 벼짚으로 피복하는 경우에 피복 추천량은 약 0.5~1.5 ton ha⁻¹로 다양하다. 따라서 본 연구에서 피복한 2.7 ton ha⁻¹보다 피복량이 적어 강우 유출수에 의한 T-P의 유출량이 매우 적을 것으로 예상된다. 그러나 벼짚의 피복량이 본 연구에서 피복한 2.7 ton ha⁻¹ 이상 과다하면 오히려 벼짚이 함유한 인 성분이 유출될 수 있을 것으로 생각된다.

결론적으로, 고추밭 고랑을 벼짚으로 과다하게 피복하면 T-P 유출을 유발할 수 있으므로 고랑을 피복하는데 적절한 벼짚량을 산정하기 위한 추가적인 연구가 필요하다고 판단되었다.

3.4 잡초발생과 작물생산량

[Fig. 7]은 벼짚으로 고추 밭 고랑을 피복하여 고추 재배시 잡초의 발생량(좌측)과 고추의 생산량(우측)을 조사한 것이다. 벼짚 피복은 무피복에 비해 잡초 발생이 감소하였고 주로 발생한 잡초는 바랭이, 방동사니, 쇠비름, 나도겨풀, 명아주 등 이었다. 붉은 고추의 생산량은 고랑 벼짚 피복과 무피복간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

복한 후 강우에 의한 표면 유출수의 T-N과 T-P의 특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 벼짚 피복에 의해 T-N의 유출은 화학비료 처리구에서는 1.4 kg ha⁻¹, 우분퇴비 처리구에서는 2.1 kg ha⁻¹ 감소하여 각각 12.2%와 17.5%가 감소하였다. 반면에 T-P의 유출은 화학비료 처리구 2.1 kg ha⁻¹, 우분퇴비 처리구 2.1 kg ha⁻¹, 돈분퇴비 처리구에서 0.2 kg ha⁻¹ 증가하여 전체적으로 5.3~53.9% 증가하였다. 벼짚은 질소 0.4%, 인산이 0.3% 함유하고 있고 증류수에 벼짚을 3주 담근 후 인산 성분이 유출되므로 T-P의 유출은 고랑을 피복한 벼짚에서 기원한 것으로 추정된다. 따라서, T-P의 유출이 증가한 것은 벼짚에 함유된 인(phosphorus) 성분이 유출된 것으로 판단되었다. 그리고, 벼짚 피복은 무피복과 비교하여 잡초 발생이 감소하였고 고추의 생산량은 고랑 벼짚 피복과 무피복간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 따라서, 고추밭 고랑을 벼짚으로 과다하게 피복하면 T-P 유출을 유발할 수 있으며 고랑을 피복하는데 적절한 벼짚량을 산정하기 위한 추가적인 연구가 필요하다고 판단되었다.

4. 결론

고추밭에 양분재료로 화학비료, 우분퇴비, 돈분퇴비를 사용하고 고랑을 벼짚 2.7 ton ha⁻¹으로 피

Acknowledgement

This study was carried out with the support of "Research Program for Agricultural Science &

Technology Development (Project No. PJ010063)", National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

1. RDA (Rural Development Administration). Red pepper, Agricultural technology guide book, pp. 80. (2013).
2. Hong, S.C., Kim, M. K., Jung, G.B. and So, K.H., "Furrow cover effects of black non-woven fabric on reduction of nitrogen and phosphorus discharge from upland soil used for red pepper cultivation", *Kor. J. Soi. Sci. Fer.*, 48(6), pp. 671~676. (2015).
3. Döring, T. F., Brandt, M., Heß, J., Finckh, M. R. and Saucke, H., "Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes", *Field Crops Research*, 94, pp. 238~249. (2005).
4. Faucette, L.B., Risse, L.M., Nearing, M.A., Gaskin, J.W. and West, L.T., "Runoff, erosion, and nutrient losses from compost and mulch blankets under simulated rainfall", *J. Soil Water Conserv.*, 59(4), pp. 154~160. (2004).
5. Choi, J. K., Gwon, S.J., Lee, H.J. and Kim, Y.H., "Runoff characteristics of total-N and total-P in upland surface runoff treated with livestock manure compost", *J. Kor. Soc. Agri. Eng.*, 54(6), pp. 29~37. (2012).
6. Kim, M.Y., Kim, S.H., Lee, S.B. and Cho, H., "Development of a hybrid best management practice system for control of agricultural nonpoint water pollution", *J. Agr. Chem. Environ.*, 3, pp. 161~168. (2014).
7. Lee, K.B., Kim, S.K., Kang, J.G., Lee, D.B. and Kim, J.G., "Effect of rice straw treatment and nitrogen split application on nitrogen uptake by direct seeding on dry paddy rice", *Kor. J. Soi. Sci. Fer.*, 30(4), pp. 309~313. (1997).
8. Shin, M. H., Won, C. H., Jang, J. R., Choi, Y. H., Shin, Y. C., Lim, K. J. and Choi, J. D., "Effect of surface cover on the reduction of runoff and agricultural NPS pollution from upland fields", *Paddy Water Environ.*, 11, pp. 493~501. (2013).
9. Zhang, G. S., Li, J. C., Hu, X. B. and Zhang, X. X., "On-farm assessment of soil erosion and non-point source pollution in a rain-fed vegetable production system at Dianchi lake's catchment, southwestern China", *Nutr. Cycl. Agroecosystems*, 96, pp. 67~77. (2013).
10. Cheshire, M.V., Bedrock, C.N., Willams, B.K., Chapman, S.J., Solntseva, I. and Thomsen, I., "The immobilization of nitrogen by straw decomposing in soil", *Euro. J. Soi. Sci.*, 50, pp. 329~341. (1999).
11. Won, C.h., Shin, M.H., Choi, Y.H., Shin, J.Y., Park, W.j. and Choi, J.D., "Simulations of runoff using rice straw mats and soil amendments", *J. Kor. Soc. Agri. Eng.*, 54(2), pp. 95~102. (2012a).
12. Won, C.h., Choi, Y.H., Shin, M.H., Lim, K.J. and Choi, J.D., "Effects of rice straw mats on runoff and sediment discharge in a laboratory rainfall simulation", *Geoderma*, 189~190, pp. 164~169. (2012b).
13. RDA (Rural Development Administration). Soil information system, <http://soil.rda.go.kr>.
14. RDA (Rural Development Administration). Methods of soil chemical analysis. p 51. (2010).