

하해혼성 충적층 논토양 작토층과 경반층의 토양특성

양창휴* · 김택겸 · 유진희 · 김재덕¹ · 정광용²

국립식량과학원 벼맥류부, ¹국립식량과학원, ²국립농업과학원

Soil Characteristic of Plow and Compaction Layer in Fluvio-marine Deposit Paddy Soil

Chang-Hyu Yang,* Taek-kyum Kim, Jin-Hee Ryu, Jae-Duk Kim¹, and Kwang-Yong Jung²

Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

¹National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

²National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

This study was conducted to survey, analyze on the compaction layer and the plow layer at Jeonbug and Jisan series paddy soil, which is the representative soil in fluvio-marine and local alluvium, respectively. The depths of surface soil were 12.6 and 12.7 cm in Jeonbug and Jisan series, respectively. A plowing depth was 10.5 cm. The properties of compaction layer in two soil series were as follows. The hardness were 14.7 kg cm⁻²(25.3 mm) and 8.7 kg cm⁻² (22.1 mm) in Jeonbug and Jisan series, respectively. The thickness were 22.3 cm and 17.8 cm in Jeonbug and Jisan series, respectively. The depth of soil compaction, which means depth from surface, were 15 and 20 cm in Jeonbug and Jisan series, respectively. The relationship between the hardness of compaction layer and the depth of surface soil showed negative correlation, however relationship between the hardness and the thickness of compaction layer showed positive correlation. Soil temperature was lower in compaction layer than in plow layer. This temperature differences between compaction layer and plow layer were from 1.0 to 2.5°C in Jeonbug series and from 0.7 to 2.1 in Jisan series. The soil physical properties of compaction layer were higher in bulk density and solid phase and lower in porosity and gaseous phase than those of plow layer in all soil series. The soil chemical properties of compaction layer were higher in pH, content of available silicate, exchangeable calcium and magnesium but lower in total nitrogen, content of organic matter and available phosphate than those of plow layer in all soil series. Cation exchangeable capacity and content of exchangeable potassium were similar between compaction layer and plow layer in Jeonbug series, however, in Jisan series these were lower in compaction layer than in plow layer. Elution amount of inorganic nitrogen were lower in compaction layer than in plow layer in all soil series. The content of soluble Fe and Mn were plenty in compaction layer compared with plow layer and these tendency was apparent in Jeonbug series. The water depth decrease were fast until the latter part of June, and were slow as 1~3 mm day⁻¹ for July and August, and were fast again from september. Rice roots distributions as each soil series and tillage method were 25 cm at rotary plowing in Jeonbug series, 30 cm at deep plowing in Jeonbug series, and 20 cm at tillage in Jisan series. Dry weight per m² at heading stage were much in order of deep plowing in Jeonbug series, rotary plowing in Jeonbug series, and tillage in Jisan series.

Key words : Soil Characteristic, Compaction layer, Fluvio-marine deposit, Paddy soil

서 언

하해혼성충적지(퇴화염토지: 구간척지)에 분포하는 논토양들은 많은 미사 함량, 높은 지하수위 및 토양의 미숙성으로 투수가 불량하다. 작토층 하부에 20~30cm

두께의 경반층이 있어서 비의 근권환경이 불량한 토양으로(Jo, 1983) 대부분이 해안지의 평탄지에 분포하고 있다. 하해혼성충적 논토양은 쟁기 바닥층이 단단하게 형성되어 용적밀도가 높고 공극률이 낮으며, 경도가 높아 토양의 물리적 성질이 매우 불량하여 벼 생육을 저해시켜 수량이 다른 논토양에 비해 떨어진다.

토질역학적으로 보면 토양경도는 견지성

접수 : 2009. 5. 16 수리 : 2009. 6. 1
*연락처 : Phone: +82638402272,
E-mail: ych1907@korea.kr

(Consistency)과 전단저항(Shear resistance)으로 표현할 수 있는데 견지성의 수치는 Atterberg한계(액성, 소성, 수축한계 등), 전단저항은 축압축시험의 강도에 의해 구해진다(Takishima and Sakuma, 1969). 경반층과 같이 유효토층을 제한하는 것에 의해 양분흡수에 직접적인 영향을 끼치며 이러한 경반층이 많을 경우 투수성을 저하시켜 토양의 환원화를 조장하고 산소공급을 제한하여 간접적으로 근계발달과 양분흡수기능을 방해한다(Takishima and Sakuma, 1969).

우리나라 평야지 논토양의 지력 저해요인은 경반층으로 2~3년 주기나 일정한 주기로 심경 또는 심토과쇄를 해주어야 할 대상면적은 약 223천 ha로 전국논의 21.9%를 점유하고 있다(ASI, 1992).

벼의 수량증대와 양질의 쌀을 생산하기 위해서는 뿌리발달이 양호하여 필요한 양분을 적당한 시기에 흡수 이용할 수 있어야 되므로 심층까지 근권을 넓히고 뿌리밀도를 높게 한다는 것은 벼 생육의 안정화를 위한 토양물리성 개량의 가장 큰 목표라 할 수 있다(Jo, 1983).

우리나라 논토양은 자연비옥도로부터 예측할 수 있는 수준 이상으로 높은 생산력을 유지해 왔으나, 최근 기계화 농업에 따른 토양생산력 유지 및 관리 소홀, 화학비료 위주의 시비 관리, 벧짚과 보릿짚 등 유기물 시용의 감소, 농가노동력의 노령화·부녀화에 의한 논 토양관리(심경, 객토, 배수 등)의 부실화 및 토양 생물 활동을 약하게 하여 물질순환을 단절시키는 등의 원인으로 논토양의 건전한 기능이 현저하게 감소하고 있다. 한편 대형농기계에 의한 토층의 각반에 의한 경반층의 노출, 지력저하, 투수불량 등을 초래하여 수량감소로 이어진다(宇野, 1965). 또한 지력의 저하에 반하여 요구되는 대응기술로서는 중간낙수 이후의 비철현상과 한발대책이며, 경반형성이 진행될수록 기상변동에 대응한 철저한 시비관리가 필요하지만 최근 농촌사정으로 보아 이것을 수행하기에는 한계가 있다(Sibata, 1988).

논토양 경반층의 생성 원인은 생성학적인 면과 인위적인 면으로 구분할 수 있다. 생성학적으로는 토성이 미사질양토 내지 미사질식양토이면서 배수가 약간 불량 내지 불량한 토양인 대부분의 구간척지 논토양에서 벼 재배시 작토층의 환원이 진행됨에 따라 철이나 고토가 하층으로 이동하는데 이때 미사나 점토도 같이 이동하여 집적됨으로써 경반층이 형성된다. 한편 인위적으로 생기는 경반층은 벧짚이나 보릿짚 등의 유기물을 시용하지 않은 경우, 매년 10 cm 정도로 천경을 하는 경우, 그리고 과습조건에서 트랙터와같은 대형농기계로 로터리와 경운작업에 의한 작토층의 답압 등의 원인에 의하여 형성되고 있다(Yoo et al.,

2006). 경반층 형성논의 문제점은 벼 뿌리가 뻗을 수 있는 범위가 좁기 때문에 양분흡수에 지장을 줄 뿐만 아니라 토양경도와 용적밀도의 증가로 벼 뿌리신장이 억제되며, 경반층내의 지온이 낮아 유·무기태질소, 인산, 철, 망간 등 양분의 가급도가 저하되어 양분흡수 불균형과, 작토심이 얇아져 양분의 보유능이 적어지고, 전층시비를 하여도 표층시비를 하는 결과가 되어 양분의 유실이 야기되어 벼 생육이 저하하며 고품질 쌀 생산이 어려울 뿐만 아니라, 시비효율이 낮아지는 등 비료의 손실과 환경오염이 가중되는 결과가 된다(HARI, 2005).

따라서 본 연구는 하해혼성충 논토양 작토층과 경반층의 토양특성을 비교조사·분석하였다.

재료 및 방법

본 시험은 하해혼성충적층 논토양 중 대표토양인 전북통(Jeonbug series, fine silty, mixed, nonacid, mesic family of Fluvaquentic Endoaquepts)과 곡간충적층의 대표토양인 지산통(Jisan series, fine loamy, mixed, mesic family of Fluvaquentic Endoaquepts)을 대상으로 2년간(2005~2006) 충남 3개소(논산, 당진, 서천), 전북 4개소(김제, 군산, 부안, 익산), 전남 3개소(나주, 영광, 영암) 총 10개소에서 조사·분석하였다. 경운깊이는 3지역에서 각각 40필지씩 총 120필지에서 측정하였다.

토양물리성 중 3상 및 용적밀도는 Core법, 경도는 Yamanaka 경도계로 측정하였고 지표경도(mm)를 절대경도(kg cm⁻²)로 환산하였다. 감수심은 원통수위법(RDA, 1998)에 준하였다. 토양분석은 농촌진흥청 농업과학기술원 토양 분석법(NIAST, 2000)에 준하여 pH는 초자전극법, 유기물은 Tyurin법, 질소는 Kjeldahl 증류법, 암모니아태질소와 질산태질소는 Kjeldahl 증류법, 유효인산은 Lancaster법, 유효규산은 1N-NaOAc(pH4.0)침출법, 가용성철은 EDTA침출법, 망간은 Hydroquinone 환원침출법, 치환성양이온은 1N-NH₄OAc(pH7.0)로 침출시켜 ICP(Varian Livity 110, USA)를 이용하여 분석하였다. 양이온치환용량(CEC)은 1N-NH₄OAc(pH7.0)로 포화하여 ethyl alcohol로 NH₄⁺를 세척한 후 증류하여 적정하였다.

산화환원전위(Eh)는 작토층과 경반층에 3반복씩 백금전극을 삽입하여 벼 생육기간 중 측정하였고, 벼 뿌리조사는 유수형성기와 출수기에 토양단면을 5 cm 간격으로 잘라 전체 건물중에 대한 분포비율을 나타냈다. 지온은 10개시군의 조사포장에서 토심 50 cm까지 시판 후 작토층과 경반층에 지온계를 3개씩 대칭으로 삽입하여 측정 후 평균하였다.

결과 및 고찰

경운깊이, 작토층깊이 및 경반층 특성 작토심은 경운심도와 관련이 있으며, 벼 뿌리가 신장하는 영역으로 하부에는 경반층이 존재하였다. 작토층은 작물의 뿌리가 수분과 양분을 흡수하고, 용이하게 신장할 수 있는 토층으로 인위적인 경운의 영향을 직접 받는 평편한 부분을 말한다(RCA, 1984).

최근 작토심이 얇아지고 있는 경향은 뚜렷하다. Table 1과 Fig. 1에서와 같이 경운심도가 낮아진 것은 1991년부터 어린모 기계이앙이 도입되면서 깊이갈이를 하면 뜬 묘와 이앙작업이 불편한 것으로 생각되며 이앙 작업 때 최근에는 쟁기에 의한 경운을 생략하고 로터리 작업이 보편화되어 있는데, 이것은 로터리 작업이 쇄토성이 높기 때문에 점토함량이 많아 쇄토가 곤란한 포장에서도 로터리 작업을 할 수 있다는 장점이 있으나 심토에 집적된 양분을 작토층으로 반전이 어렵다는 결점이 있다(HARI, 2005). 또한 천경화의 원인은 작업능률을 증시한 경운작업과 이앙기의 이앙 정도를 높이기 위한 것으로(Adachi et al., 1987) 현재 수량과 품질을 타파하고 보다 높은 저비용 생산을 실



Fig. 1. The state of plowing depth by tractor plower.

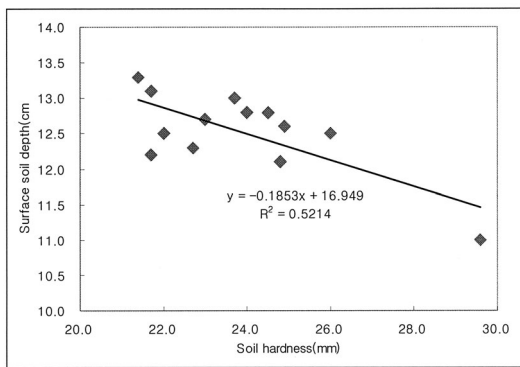


Fig. 2. Relationship between surface soil depth and hardness of soil.

현하기 위해서는 지력질소를 더욱 유효하게 이용하는 것으로 이를 위하여 현재의 경운심 이상의 작토층을 확대하여 근권역의 증가를 높일 필요가 있다고 생각된다. 한편 심경하면 초기부터 왕성한 생육으로 중기 이후의 생육과잉이 되고 도복하는 경우와 초기생육이 억제되어 분얼수가 적어지는 등 불안정한 생육상태가 야기되는 것은 깊이갈이가 잘 되지 않는 것으로 보고(佐藤 等., 1990) 하였다.

하해혼성층적층 농토양 중 대표적인 토양인 전북통과 우리나라에서 쌀 수량성이 양호한 일반논 중 지산통의 작토심은 거의 동일한 0~12.6 cm 내외이며, 경반층의 두께는 전북통이 22.3 cm로 지산통의 17.8 cm에 비해 약간 얇았고 경반층의 출현깊이는 전북통은 토심 15 cm부터 시작되나 지산통은 20 cm로 전북통보다 깊은 곳에 있었다.

이와 같이 하해혼성층적층과 일반논의 차이는 크지는 않으나 경반두께와 출현깊이가 상이하다. 따라서 두꺼운 경반층 때문에 벼의 뿌리가 신장하는데 큰 지장을 가져와 신장을 저해하여 수량감소의 원인으로 나타나고 있다. 한편 경도가 높을수록 작토심이 낮아지고 경반두께가 두꺼워지는 경향을 나타냈다(Fig. 2, 3).

친환경 고품질 쌀을 생산하기 위해서는 주기적으로 경반층을 파쇄 시키는 일이 중요하다.

지온변화 전북통과 지산통의 작토층과 경반층 지온의 차이를 측정된 결과 경반층의 온도가 봄에는 각각 -2.0°C, -2.1°C가 낮았고, 여름에는 -2.5°C, -1.8°C,

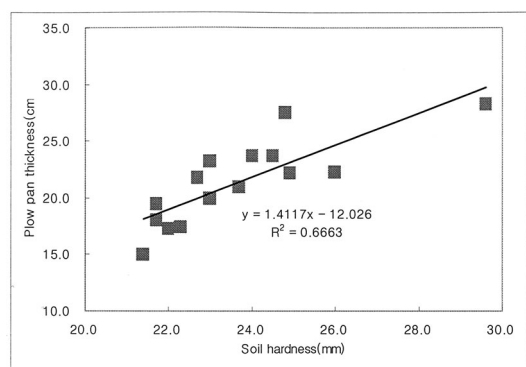


Fig. 3. Relationship between thickness of plow pan and hardness of soil.

Table 1. The depth of plowing, surface soil and characteristics of compaction layer.

Soil series	Depth		Compaction layer	
	Plowing	Surface soil	Thickness	Depth to compaction layer
	----- cm -----		----- cm -----	
Jeonbug	10.5	12.6	22.3	15
Jisan		12.7	17.8	20

Table 2. The change of soil temperature in soil layer.

Soil series	Soil layer	----- °C -----		
		Spring	Summer	Autumn
Jeonbug	Plow	13.1	26.9	18.8
	Compaction	11.1	24.4	17.8
Jisan	Plow	13.5	27.5	17.8
	Compaction	11.4	25.7	17.1



Fig. 4. The change of soil temperature in plow layer and compaction layer.

가을에는 각각 -1.0°C 와 -0.7°C 의 차이를 보였다 (Table 2, Fig. 4). 한편 심경을 깊이 18 cm로 할 경우 평균지온은 관행에 비하여 0.1~0.7 높아졌고 특히 이랑부터 수확까지의 유효적산지온은 심경구에서 약 50 높았고, 비옥한 심토를 혼합할 경우 심경에 의한 지온상승효과가 지력질소 무기화량의 증가와 근권역의 확대를 더욱 조장시킨다고 하였다(佐藤 等., 1990).

토양물리성 하해혼성충적층 논토양의 대표적인 토양인 전북통의 작토층하부 경반층의 경도는 14.7 kg cm^{-2} (25.3 mm)이며, 일반 논토양의 대표토양인 지산통은 8.7 kg cm^{-2} (22.1 mm)을 나타냈다(Table 3). 이와 같이 작토층하부의 경도가 높아 벼 뿌리가 뻗을 수 있는 범위가 좁기 때문에 양분흡수에 큰 지장을 초래한다. 한편 토양경도가 3.49 kg cm^{-2} (16.0mm) 이상이면 개랑기술대책이 있어야 하고, 7.32 kg cm^{-2} (21.0 mm) 이상이면 근본적인 개랑대책이 필요하다는 보고(Takishima and Sakuma, 1969)가 있다. 경도가 높아짐에 따라 용적밀도가 높아지고 공극률이 감소하여 근권환경이 불량한 것으로 생각된다.

한편 뿌리의 토층관입과 신장은 토양경도와 밀접한

관계를 보여 충적토양에서 벼 뿌리의 신장은 지표경도 15 mm에서 억제되어 23 mm 이상에서 정지하며, 홍적토양은 5~10 mm에서 억제되어 생육이 정지하는 경도는 20 mm 이상 이었다(Takishima and Sakuma, 1969).

前田 and 出井(1973)은 퇴비나 녹비 등 유기물시용에 의해 토양 중 고상율이 현저히 감소하고 입상구조의 생성이 뚜렷하여 낙수기에 매우 발달한 입상구조를 나타내며 고상율의 변화 폭이 적다고 하였다. 따라서 토양경도 등 물리성을 개선하기 위해서는 녹비작물에 대한 토양물리성 개량 연구가 시급한 실정이다.

감수심 전북통과 지산통의 감수심은 Fig. 5와 같이 전북통에서는 로터리보다 심경시 감수심이 1.35 mm 빨랐으며, 지산통은 경운시 3.88 mm로 나타났다. 벼 생육기간 동안 감수심의 변화는 Fig 6과 같다. 전북통과 지산통 공히 6월 하순까지는 감수심이 빨랐으나, 7~8월에는 1~3 mm로 느리다가 9월부터는 다시 빨라지기 시작한 것은 지하수위의 높낮이에 의한 영향으로 생각된다. 또한 전북통에서 경운방법별로 볼 때 로터리경운보다 심경에서 전 생육기간 빨랐으며, 9월 하순까지는 전북통의 로터리경운과 비슷하였다. 10월에는 감수심이 가장 빠른 현상을 보인 것은 지산통은 곡간충적층에 위치하고 있어 퇴화염토지인 전북통보다 지하수위가 낮아졌기 때문이다.

한편 감수심이 수량성에 미치는 영향을 보면 1일 감수심이 15~30 mm 정도에서 수량성이 가장 높게 나타났다(五十崎, 1956).

Table 3. The status of soil physical properties.

Soil series	Soil layer	Soil hardness	Bulk density	Porosity	Three phases		
					Solid	Liquid	Gaseous
		kg cm^{-2}	Mg m^{-3}	----- % -----			
Jeonbug	Plow	3.0(14.9) [†]	1.17	55.7	44.3	42.2	13.5
	Compaction	14.7(25.3)	1.43	46.1	53.9	42.6	3.5
Jisan	Plow	1.6(11.0)	1.16	56.2	43.8	41.8	14.4
	Compaction	8.7(22.1)	1.49	43.7	56.3	38.9	4.8

[†] () : mm

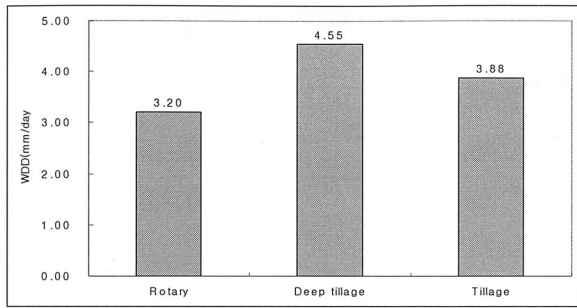


Fig. 5. The change of water depth decrease on tillage method.

† WDD : Water depth decrease
 ※ Jeonbug series : rotary, deep tillage Jisan series : tillage

Eh 전복통의 경반층 Eh 변화는 출수기 이후까지 산화조건인 반면에 작토층은 환원조건을 나타내고 있는데 (Table 4), 이와 같이 경반층의 산화조건에서는 유·무기태질소, 인산, 철 등 양분가급도 저하를 초래한다.

토양화학성 토양화학성은 Table 5와 같이 토양산도는 경반층이 높고 유기물 함량은 작토층에서 공히 많았다. 유효인산 함량은 공히 적정치 100 mg kg⁻¹보다 적었으며, 경반층의 유효인산 함량은 작토층보다 전복통과 지산통이 각각 45, 25 mg kg⁻¹이 적었다. 佐藤等 (1990)은 세립회색토를 분석한 결과 유효인산 함량은 작토와 거의 같거나 약간 낮은 경향을 보였다고 하였으나 본 연구 대상토양인 퇴화염토지 미사질양토인 전복통과 곡간층적층 지산통의 양토에서는 상반된 결과를, 유효규산 함량은 본 연구와 같이 경반층에서 많은 경향을 나타냈다.

유효규산 함량은 경반층에서 많았으나 적정치 157 mg kg⁻¹보다 매우 적었다. 치환성칼리 함량은 전복통

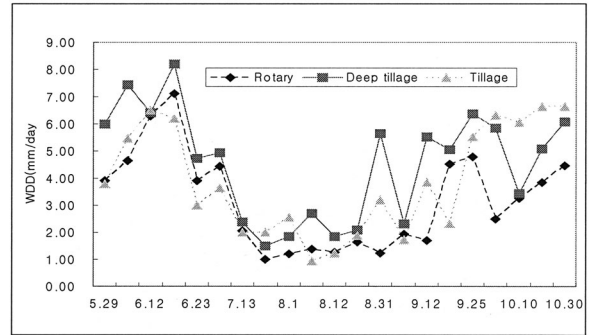


Fig. 6. The change of water depth decrease on growing period.

† WDD : Water depth decrease
 ※ Jeonbug series : rotary, deep tillage Jisan series : tillage

에서는 작토층과 경반층은 같았으나 지산통에서는 작토층에서 많았고, 치환성칼슘, 마그네슘 함량은 공히 경반층에서 많았다. 양이온치환용량은 전복통에서 작토층 및 경반층 비슷한 경향이었으나 지산통은 경반층에서 다소 낮은 경향을 나타냈다.

무기태질소 및 미량원소 함량 모든 토양에서 무기태질소 함량은 Table 6과 같이 작토층에서 많았다. 경반층에서 무기태질소 함량이 낮은 것은 경도가 높고 지온이 낮아 무기태질소 용출량이 적은 것으로 생각된다. 한편 가용성 철, 망간 함량은 Table 7과 같이 경반층에서 하층으로의 용탈증가에 의해 집적되기 때문에 심경 및 심토파쇄로 작토층으로 반전이 필요하다.

뿌리분포 양상 경운방법에 따른 생육시기별 벼 뿌리분포 양상은 Table 7과 같다. 전복통에서는 로타리와 심경한 경우 상이하였는데 출수기 로타리구에서 토심 0~10 cm 작토에 93.7%가 분포하고 있는 반면에 심경구에서 91.8%로 1.9%가 적었고, 10 cm 이상

Table 4. The change of redox potential on soil layer in Jeonbug series.

Division	Date(month/day)									
	7/29	8/3	8/9	8/17	8/24	8/31	9/7	9/14	9/21	9/28
	----- mV -----									
Plow pan	32.2	19.6	54.0	32.8	33.4	-65.4	-143.4	-64.8	-68.2	-49.4
Plow layer	-183.2	-165.2	-209.6	-327.4	-289.2	-179.8	-8.6	-104.8	-107.2	19.2

Table 5. The status of soil chemical properties.

Soil series	Soil layer	pH	OM	T-N	P ₂ O ₅	SiO ₂	Ex.cation				CEC
							K	Ca	Mg	Na	
----- cmol kg ⁻¹ -----											
Jeonbug	Plow	5.7	27	0.53	79	57	0.37	4.6	2.0	1.9	12.0
	Compaction	6.0	16	0.39	34	76	0.37	5.8	3.8	2.2	12.4
Jisan	Plow	5.8	22	0.66	70	46	0.28	4.4	1.6	1.8	10.0
	Compaction	6.4	14	0.35	45	61	0.22	5.2	2.0	2.0	9.1

Table 6. The content of inorganic nitrogen and soluble microelement on soil layer in soil series.

Division	NH4-N	NO3-N	Fe	Mn
----- mg kg ⁻¹ -----				
Jeonbug	7.8(6.0) [†]	5.2(3.1)	6,400(7,000)	42.9(84.5)
Jisan	7.4(6.7)	3.6(2.8)	7,500(7,700)	70.0(86.8)

[†] () : Compaction layer

Table 7. The status of root distribution ratio on tillage method in soil series.

Soil series	Tillage method	Growth [†] stage	Soil depth(cm)					
			0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30
----- % -----								
Jeonbug	Rotary	PFS	71.1	16.8	9.3	2.5	0.3	-
		HS	85.6	8.1	4.9	1.1	0.3	-
	Deep plow	PFS	76.8	14.5	6.9	1.5	0.3	-
		HS	80.1	11.7	5.8	1.9	0.3	0.2
Jisan	Tillage	PFS	86.7	9.4	3.4	0.5	-	-
		HS	78.9	14.0	5.8	1.3	-	-

[†] PFS : Panicle formation stage, HS : Heading stage

에서는 심경구에서 1.9%가 많았으며, 30 cm까지 뿌리의 신장이 늘어났다. 이것은 경반층의 파쇄에 의해 심토로의 뿌리 뻗음이 양호했기 때문이다. 또한 지산통에서 출수기 때 작토층의 뿌리분포는 92.9%가 분포하고 근권역이 20 cm에 한정된 것을 알 수 있었다.

한편 생육시기별 작토심의 뿌리분포는 전복통에서 로타리구, 심경구 모두 출수기에 작토층에 뿌리분포 비율이 높은 반면에 지산통에서는 유수형성기에 높았다. 건물중은 모두 유수형성기보다 출수기에 무거웠으며, 전복통에서는 심경구에서 무거웠다(Fig 7). 식물 뿌리는 뿌리세포의 팽압에 의해 신장하는데 팽압에 따른 뿌리의 신장압은 수직방향에 비해서 수평방향이 약하다고 되어 있으며, 직경 0.1~1.0 mm 벼 뿌리가 모래층을 뚫고 들어가기 위해서는 뿌리 굵기보다 공극경이 크고 뿌리의 신장압보다 토양입자의 저항이 적은 물리적 조건이 필요하다고 하였다(Takishima and Sakuma, 1969).

이상의 결과를 종합하면 하해혼성층 논토양은 치밀

한 경반층 형성으로 경운심도가 낮고 작토심이 얇아 파쇄기를 사용 3년주기로 심토파쇄 및 유기물을 사용 하면 근권확대, 배수개선 및 양분가급화로 적정 토양 경도를 유지하여 고품질 쌀 생산을 기대할 수 있다.

적 요

벼 재배시 하해혼성층 논토양의 전복통과 지산통 작토층과 경반층의 특성을 2년간(2005~2006)조사·분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

하해혼성층적층 대표토양인 전복통과 곡간층적층 대표토양인 지산통을 10개소에서 조사한 결과 작토심은 전복통 12.6 cm, 지산통 12.7 cm 이었고 플라우 경운깊이는 120필지에서 조사한 결과 10.5 cm 이었으며 전복통에서 경도와 작토심과는 부의 상관, 경도와 경반층 두께와는 정의 상관을 나타냈다.

경반층 경도는 전복통 14.7 kg cm⁻²(25.3 mm), 지산통 8.7 kg cm⁻² (22.1 mm) 이었고, 두께는 전복통 22.3 cm, 지산통 17.8 cm 이었으며 경반층 출현깊이는 전복통 15 cm, 지산통 20 cm에 있었다.

경반층 지온은 작토층과의 차이를 보면 전복통에서는 봄 -2.0°C, 여름 -2.5°C, 가을 -1.0°C를 지산통은 봄 -2.1°C, 여름 -1.8°C, 가을 -0.7°C를 나타냈고 전복통에서 산화환원전위차 변화는 작토층은 유수형성기부터 환원상태를 경반층은 출수후기까지 산화상태를 나타냈다.

토양물리성은 두 토양통 공히 경반층에서 용적밀도, 고상율이 높고 공극율, 기상율이 낮았다. 또한 토양화

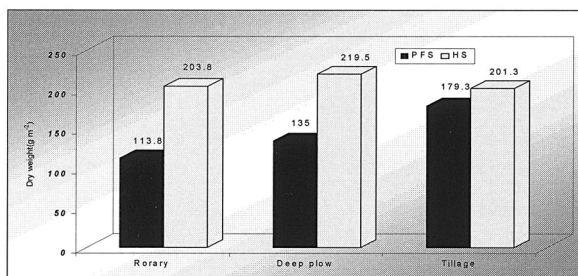


Fig. 7. The change of root dry weight on growing period.

[†] PFS : Panicle formation stage, HS : Heading stage

학성은 경반층에서 총질소가 낮았고, 유기물 및 유효 인산함량이 적은 반면에 pH가 높고, 유효규산, 치환성칼슘 및 마그네슘 함량이 많았다. 양이온치환용량은 전북통에서 작토층 및 경반층 비슷한 경향이었으나 지산통은 경반층에서 다소 낮은 경향을 나타냈다.

무기태질소 함량은 토양통 공히 작토층에서 많았고, 가용성 미량성분 함량은 경반층에서 많았으며 지산통에서 많은 경향을 나타냈다.

감수심은 전북통에서 심경구, 지산통 경운구는 로타리구보다 빠르고, 계절별 감수심 변화는 6월 하순까지는 감수심이 빨랐으나 7~8월에는 1~3 mm로 늦었으며 9월부터는 빠른 경향을 나타냈다.

벼 뿌리분포는 로타리 25 cm, 심경 30 cm, 경운 20 cm까지 신장하였고, 출수기 뿌리 건물중은 심경>로타리>경운 순으로 무거웠다.

인 용 문 헌

- Adachi, M.D., K.S. Kodama, C. Kominami, I. Hukajawa, K.S. Jinbou, and S.S. Gotou. 1987. The actual condition on tillage operations of paddy field in Yamagata. Research report of Yamagata agricultural experiment station. 22; 163-176.
- ASI. 1992. General remarks of Korean soils. p.308-610. Agricultural Sciences Institute, Suwon, Korea.
- HARI. 2005. Technology on paddy soil management in Honam plain field. p. 31-53. Honam Agriculture Research Institute, Iksan, Korea.
- Jo, I.S., J.N. Im, J.D. So, S.Y. Lee, and D.U. Choi. 1983. The effects of soil physical improvement on rice yields at fine textured Fluvio-Marine paddy field. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 16: 92-97.
- NIAST. 2000. Methods of soil and crop plant analysis. National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea.
- RCA. 1984. Diagnosis of crop growth and soil. An outline of agricultural technique. p. 81-92. Rural Culture Association, Tokyo, Japan.
- RDA. 1998. Investigation and standard for agricultural experiment. Rural Development Administration, Suwon, Korea.
- Sibata, G.H. 1988. The cause and measure yield loss on high temperature in paddy rice. Agriculture & Horticulture. 63: 1059-1063.
- Takisima, K.H. and K. Sakuma. 1969. The effects of soil hardness and compression on growth and development root system in paddy rice. Research report of agricultural techniques. 21: 255-328.
- Yoo, C.H., C.H. Yang, T.K. Kim, J.H. Ryu, B.S. Kim, J.D. Kim, and K.Y. Jung. 2006. The effect of popped rice hulls compost application on soil chemical and physical properties in Fluvio-marine plain paddy soils. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 39: 403-408.
- 五十崎 恒. 1956. 適正浸透量について. 農土研. 24: 311-319.
- 前田乾一, 出井嘉光. 1973. 肥料連用が水田作土の土壤構造におよぼす影響. 農事試験研究報告. 第18號: 117-134.
- 宇野要次. 1965. 水稻土壤の機械化適性實態調査成績. 農技研化學部, 土壤第2 科: 5-10.
- 佐藤侯夫, 藤井弘志, 荒垣憲一, 渡部幸一郎. 1990. 深耕時における下層土の窒素肥沃性と水稻生育について. 日土肥誌. 61: 198-201.