

왕겨충전에 따른 암거의 제염 효과

Desalinization Effect of Subsurface Drainage System with Rice Hull Packing

이 승 현* · 안 열*
Lee, Seung Heon · An, Yeoul
류 순 호** · 정 영 상***
Yoo, Sun Ho · Jung, Yeong Sang

Abstract

The main purpose of this study is to seek desalinization effect of subsurface drainage system with rice hull packing in Dae-Ho Reclaimed Land. After 4 years installed subsurface drainage system, distribution of drained water electric conductivity(ECw) was 4.4 3~12.78 dS/m. The soil profile showed partial development of the soil structure and compaction of subsoils with increased bulk density. The bulk density of the subsoil was 1.42~1.66 g/cm³, which might limit root growth. The soil color changed near the drainage pipe line. Distribution of soil extract solution ECe and SAR as subsurface drainage pipe position and drainage canal distance showed desalinization effect of subsurface drainage system with rice hull packing as widening effective zone of subsurface drainage pipe.

I. 서 론

최근 급속한 경제 및 사회 발전, 인구증가 등에 따라 전반적으로 토지수요가 증가하는 한편, 농경지는 산업화, 도시화에 따른 타용도 전용 등으로 급속히 감소되고 있는 추세이다. 이러한 시점에서 구 등(1998)은 우리나라의 간척사업은 토지를 확장하는 방법으로 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며 간척지 개발에 의한 농경지의 외연적 확대로 식량의 자급률을 높일 수 있고 산업화 도시화로 인하여 급증하는 토지수요를 어느 정도 충족시킬

수 있다고 하였다. 1976년 농업진흥공사의 조사에 따르면, 서·남해안에 분포되어 있는 간척 가능한 간척지의 면적은 635천ha에 달한다. 이 중 간척 가능한 간척지는 442천ha인 것으로 파악되었다.

간척지 토양의 제염은 기본적으로 물의 세탈작용과 염분의 확산 이동 작용에 의하기 때문에, 물에 의한 제염을 촉진하기 위하여 배수시설을 개선하며 토양개량을 하는 것에 연구의 초점이 맞추어져 있다. 간척지의 제염효과를 높이기 위하여 암거 또는 명거 배수시설의 설치가 요구된다. 정 등(1969)과 한 등(1971)은 간척지에서 트랙터부착용

*농업기반공사 농어촌연구원

**서울대학교 농업생명과학대학

***강원대학교 농업생명과학대학

키워드 : 간척지, 전기전도도, SAR, 제염, 암거배수

천공기를 이용한 두더지 암거 배수에 의한 제염효과를 조사하면서 두더지 암거 배수를 시공하였을 때 2-3배의 제염효과를 올릴 수 있었고 이에 따라 비의 40-45% 증수효과를 얻을 수 있었다고 하였다. 이 때 두더지 암거의 시공기준은 깊이는 60 cm, 간격은 3m가 알맞다고 하였다. 이(1978)는 PVC관을 이용한 암거배수는 두더지암거보다 제염율이 현저히 높아 PVC암거를 16m 간격으로 설치한 경우 두더지 암거를 2m 간격으로 설치한 것과 비슷한 효과를 나타냈다고 하였다. 권 등(1980)은 직경 75 mm인 PVC관을 암거재료로 하여 깊이 90 cm에 설치하였을 때, 간격 7.5 m인 경우에는 지표면 하 90 cm까지 제염의 효과가 있었으며, 간격이 15 m인 경우에는 지표면하 60 cm까지 제염효과가 있었다고 하면서 간척지의 암거 깊이를 90 cm로 추천하였다. 이들의 결과에 의하면, 1975년부터 4년간의 연구기간 동안에 암거간격 7.5~15 m에서 제염배수 후 0~40 cm 토층의 염분농도는 10 dS/m이하로, 암거간격 30 m에서는 16 dS/m로 낮아져, 담수만을 유지한 경우의 25 dS/m보다 제염효과가 뚜렷하였으며, 비의 수량도 암거간격 7.5 m에서 현미로 416.8 kg/10a로서 무처리 96.1 kg/10a에 비하여 현저히 높았다고 하였다. 최 등(1983)은 암거매설 당해년에 제염효과가 컸고 시설 후 4년부터는 제염효과가 떨어졌으며, 수평적 제염효과는 무암거보다 염분 농도가 떨어지는 정도로 보아 연간 1 m정도 확대된다고 볼 수 있었으며, 수직적 제염효과는 무암거보다 대체로 20 cm깊게 나타났다고 하였다.

정과 김(1970) 및 한 등(1971)은 명거의 깊이와 간격이 제염에 미치는 영향을 규명하려는 시험을 통하여 명거의 깊이는 0.9 m, 그 간격은 18 m로 설치하는 것이 좋으며, 명거로 인한 손실을 고려하여 간격을 36 m로 하는 것을 추천하였다. 이 때 관개용수에 의한 토양염분용탈깊이는 지표하 30~50 cm까지이며, 지표 30 cm이하에서는 수직 침투가 감소하고 수평침투가 증가하는 현상이 일어났다고 하였다. 본 연구는 신간척지인 대호간척지내에 암거제염시

설을 설치한 포장에서 농업부산물인 왕겨를 이용하여 배수구조 개선에 따른 제염 촉진 방법을 구명하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 시험포장 조성

시험포장은 1986년에 간척사업이 완료된 대호간척지로 하였고, 1993년 6월에 10 m 간격으로 깊이 60 cm에 내경 5.0 cm 플라스틱 유공관에 부직포를 덮어 매설하는 방법을 관행 암거로 하여 대조구(0.25 ha)로 하고 관행암거관 주위에 폭 20 cm, 높이 20 cm로 왕겨를 충전하여 배수를 촉진하는 방법을 시공하는 방법을 시험구(0.25 ha)로 하여 제염효과를 검토하였다.

2. 토양 및 수질 분석

토양분석방법은 이화학성은 농업기술연구소 토양화학분석법(1988) 및 미농무성 토양분석법(Klute, 1982:Page, 1986)에 준하여 토양 포화침출액의 전기전도도를 측정하였고 SAR은 수용성 양이온을 원자흡광분광법(AAS: Atomic Absorption Spectrometry)을 이용하여 정량하여 계산하였고 가비중과 토양삼상은 300 cm³ 코이를 이용한 중량법으로 하였고 토색은 Munsell 토색첩으로 판단하였다.

수질의 전기전도도는 현장에서 휴대용 전기전도도계를 이용하여 수질오염 공정시험법으로 측정하였다.(동화기술, 1995)

III. 결과 및 고찰

1. 유입수와 암거유출수의 수질변화

용수로를 통해 포장으로 유입되는 유입수의 전기전도도는 평균 1.05 dS/m이었다. 그러나 암거유출 지점의 전기전도도는 평균 7.62 dS/m으로 작물생육에 영향을 줄 정도의 염분을 가지고 있었다.

강우가 있는 경우에 유출량과 전기전도도로 보아 설치 4년이 경과한 후에도 암거의 기능이 원활히 수행되고 있는 것을 확인할 수 있었다.

2. 토양의 물리적 성질

관행암거 배수관 직상부와 이로부터 1m 떨어진 암거매설중간 부분, 왕겨충전 암거배수관 직상부의 매설 4년후인 1997년의 물리적 성질은 Table 2에서 보는 바와 같다. 토양의 깊이 30cm까지 관행암거 배수관 직상부의 토색은 YR계통으로 분류되고 30cm 이하에서 Y계통의 짙은 회색을 보이나, 암거매설중간 부분의 토색은 토양의 깊이 10cm에서도 Y계통의 짙은 회색을 보였다. 토양의 용적밀도는 1.4~1.7 g/cm³로 매우 높았다. 특히 암거매설중간 부분의 30-60cm 부위에서 1.7 g/cm³로 가장 높았다. 용적밀도가 높음에 따라서 기상의 비율이 낮아 토양의 깊이 30cm 이하에서

는 3-5%에 불과하였다.

암거 배수 시설 설치에 의한 토양 단면 발달을 조사하기 위하여 매설4년이 경과한 1997년에 관행 암거배수시설 Fig. 1과 왕겨충전 암거배수시설 Fig. 2 직상부에서 수평 방향(좌)와 수직 방향(우)에서 조사하였다. 관행암거관 직상부의 토양의 깊이 60cm에서는 매우 어두운 회색(very dark gray, 7.5 YR3/1)으로 전형적인 간척지의 암회색을 유지하고 있었으며, 6~60cm에서는 매우 어두운 회갈색(very dark grayish brown, 2.5Y3/2)로 산화에 의한 갈색화가 진행되고 있음을 보여 주었고, 표토에서는 매우 어두운 회갈색(very dark grayish brown)으로 동일하나 토색이 10YR3/2로 갈색화가 더 진행되어 있었다.

왕겨충전 암거관에서는 토색의 변화가 관행 암거구보다 빨랐다. 즉 토양의 깊이 20cm까지는 어두운 갈색(dark brown, 7.5YR3/4), 또는 회색 올리브(5Y5/3)로 변화하고 있었고, 수직방향 단면의

Table 1 Water salinity of irrigation canal and subsurface drainage outlet water

(unit :)

Date position	1997 Apr.	Jun.	Aug.	Oct.	1998 Feb.	Apr.	May	Jun.	Sep.	AVG.
Irrigation canal	1.81	1.03	0.84	0.88	0.80	0.58	1.36	1.42	0.44	1.02
Subsurface drain outlet	4.43	8.18	5.59	7.62	10.3	12.78	11.70	5.62	2.41	7.63

Table 2 Soil color, bulk density and three phase distribution

Position	Depth (cm)	Soil color	Bulk density (g/cm ³)	Three phase(%)		
				Solid	Liquid	Gas
Subsurface drain pipe (customary)	0-10	10YR8/6	1.45	54.79	25.76	19.45
	10-30	5YR6/4	1.46	55.66	31.54	12.80
	30-60	5Y4/1	1.42	53.62	27.52	18.86
	60-90	7.5Y4/1	1.54	58.15	35.50	6.35
between Subsurface drain pipe	0-10	7.5YR8/6	1.57	59.24	28.23	12.53
	10-30	2.5Y4/2	1.42	53.70	31.06	14.72
	30-60	7.5Y5/1	1.66	62.75	32.18	5.07
	60-90	7.5Y4/1	1.58	59.66	36.92	3.42
Subsurface drain pipe (rice hull packing)	0-10	10YR7/6	1.48	52.19	27.45	20.36
	10-30	7.5YR4/2	1.52	57.40	29.46	13.14
	30-50	7.5Y5/1	1.46	55.09	34.51	10.40

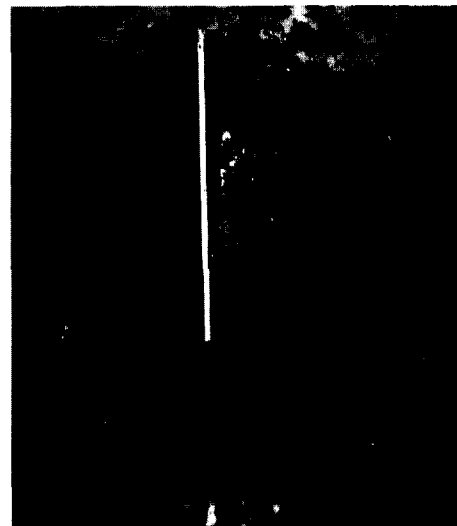
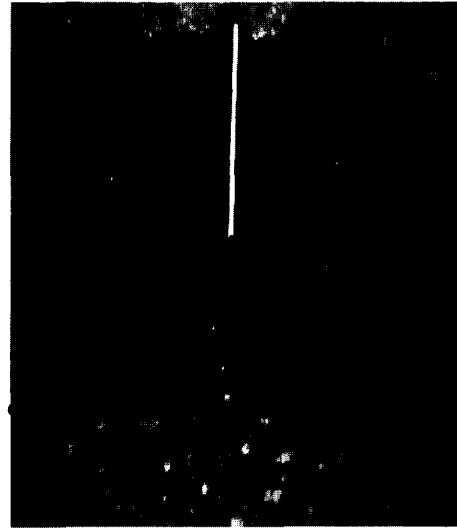
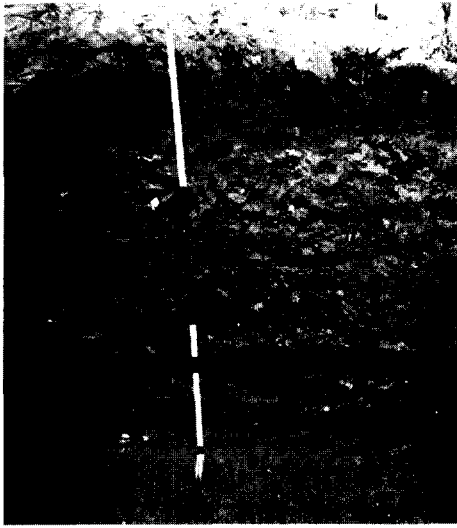




Fig. 1 Soil profile at customary subsurface drainage pipe

Fig. 2 Soil profile with rice hull packing subsurface drainage pipe

( : subsurface drainage pipe)

( : subsurface drainage pipe)

20~60 cm에서도 갈색을 띄고 있는 흑색(brownish black, 2.5Y3/2)로 산화가 진행되고 있음을 보여 주고 있다. 관행 암거배수관 매설 단면과 비교하였을 때, 변색 범위가 크며, 따라서 왕겨충전 암거배수관 매설구에서 관행 암거구보다 산화 속도가 빠른 것으로 보인다. 이러한 점은 현장 관찰에서

확인되었는데, 관행 암거구에서는 암거배수관으로부터 거리가 멀어질수록 암회색이 짙어 토양 발달이 느리게 진행되고 있었다. 즉, 관행 암거배수관 설치 부위와 이로부터 1 m 떨어진 부위를 비교 관찰한 결과, 관행 암거배수관 설치 부위에서는 환원층이 토양의 깊이 60 cm에서부터 나타나고 1 m

떨어진 부위에서는 토양의 깊이 30 cm에서부터 짙은 회색층이 나타났다. 왕겨충전 암거배수관 설치구에서는 암거배수관으로부터 1 m떨어진 부위에서도 토양의 깊이 60 cm까지 환원층의 색이 갈색을 띠기 시작하고 있었다.

3. 암거깊이와 간격에 따른 효과

가. 암거 배수관 위치에 따른 토양 ECe와 SAR의 공간적 분포

Fig. 3과 Fig. 4는 1996년 7월 조사된 암거 배수관 설치 부위 직상 지점에서 수직방향으로 1 m 간격으로 조사된 토양 포화침출액의 전기전도도와 SAR의 공간적 분포이다. Fig. 3에 의하면 시설 설치 4년이 경과한 후에도 암거 배수가 제염에 직접적인 영향을 주는 범위는 왕겨를 처리한 경우나 관행암거 모두 2 m 이내에 불과하였고 염류토양의 기준인 4 dS/m에는 훨씬 미치지 못했다. 표토의 제염은 표면 배수에 의한 것으로 판단된다. Fig. 4의 SAR분포도 ECe의 분포와 비슷한 경향을 보였다.

Table 3은 처리간 통계분석결과이다. 처리간의 효과에서 평균 ECe는 2 dS/m, SAR은 2.6이 감소

soil depth (cm)	distance from drainage pipe (m)					
	0	1	2	3	4	5
10	3.5	16.2	16.8	18.6	17.2	5.4
30	3.9	19.2	23.3	21.3	17.8	-
50	6.7	21.2	20.9	19.5	18.6	-
60	■					

(rice hull packing)

soil depth (cm)	distance from drainage pipe (m)					
	0	1	2	3	4	5
10	2.4	19.1	23.0	12.3	19.4	23.3
30	5.0	20.7	21.2	20.9	21.6	24.1
50	11.7	21.1	21.4	21.1	22.7	22.9
60	■					

(customary)
(■ : subsurface drainage pipe)

Fig. 3 Distribution of soil extract solution ECe as subsurface drainage pipe position

soil depth (cm)	distance from drainage pipe (m)					
	0	1	2	3	4	5
10	7.5	22.5	23.0	25.6	22.3	6.4
30	9.5	26.8	32.1	24.8	23.2	-
50	12.6	30.4	29.7	28.6	25.9	-
60	■					

(rice hulls packing)

soil depth (cm)	distance from drainage pipe (m)					
	0	1	2	3	4	5
10	7.2	23.1	29.3	17.7	25.1	32.2
30	9.9	26.9	26.6	27.3	31.0	30.1
50	17.1	28.6	29.0	29.5	31.3	31.0
60	■					

(customary)
(■ : subsurface drainage pipe)

Fig. 4 Distribution of soil extract solution SAR as subsurface drainage pipe position

Table 3 Paired samples test of ECe and SAR as subsurface drainage pipe position

	Paired differences mean	Std. deviation	Std. error mean	t	df	Sig.
ECe(R) [†] - ECe(C) [‡]	-2.0	5.4	1.3	-1.5	15	NS
SAR(R) - SAR(C)	-2.6	7.4	1.9	-1.4	15	NS

† : Rice hull packing treatment
‡ : Customary treatment
NS : Not significant.

한 것으로 나타났으나 통계적으로 유의한 수준은 아니었다. 따라서 토양의 깊이 40 cm까지 충분히 제염을 하고자 한다면 암거의 간격을 5 m내외로 하든지 또는 이와 유사한 효과를 갖는 chiesel 또는 심토파쇄 등의 방법으로 토양 물리성을 개량해 주어야 할 것으로 판단된다.

나. 배수로부터 거리에 따른 토양 ECe와 SAR의 공간적 분포

Fig. 5와 Fig. 6은 96년 7월 조사된 관행 암거 배수관 설치 부위에서 0.5 m 떨어진 지점으로 배수

로부터의 거리에 따른 토양의 ECe와 SAR의 공간적 분포이다. 왕겨를 충전한 경우에는 배수로로부터 ECe가 15m까지 4 dS/m이하로 제염이 상당히 진행되었음을 알 수 있다. SAR의 경우도 왕겨를 충전한 경우에는 15m까지 염류토양의 기준치인 13이하로 떨어져 일반적인 토양 정도로까지 제염이 진행되어 있었다. 이는 관행암거보다 왕겨를 충전하는 경우에 암거관의 영향 범위를 넓혀주는 효과가 있는 것으로 생각된다. Table 4는 두처리 간의 통계분석결과로 ECe의 경우 8 dS/m을 SAR의 경우 10.9 정도의 왕겨충전으로 인한 개선효과를 볼 수 있었고 통계적으로 고도의 유의성을 보였다. 따라서 암거 시공시 암거배수관 주위를 왕겨로 충전함으로써 암거배수관의 영향 범위를 넓혀주어 전체적으로 암거간격을 크게 할 수 있기 때문에 제염측면이나 경제적 측면에서 효과가 있는 것으로 사료된다.

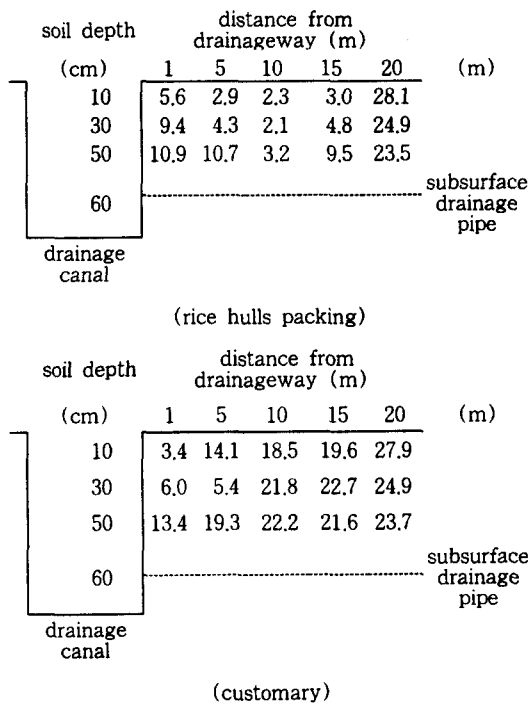


Fig. 5 Distribution of soil extract solution ECe as drainage canal distance

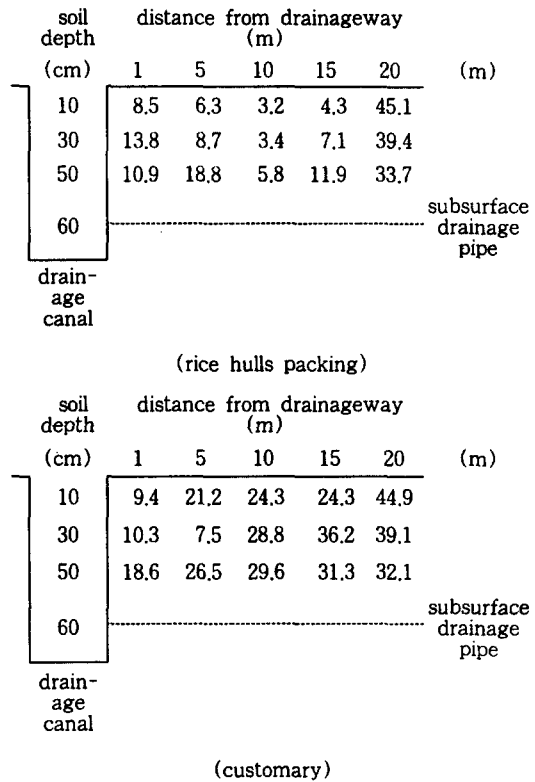


Fig. 6 Distribution of SAR as drainage canal distance

Table 4 Paired Samples Test of ECe and SAR as drainage canal distance

	Paired Differences Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	t	df	Sig.
ECe(R) [†] - ECe(C) [‡]	-8.0	8.6	2.2	-3.6	14	**
SAR(R) - SAR(C)	-10.9	11.5	3.0	-3.7	14	**

† : Rice hull packing treatment

‡ : Customary treatment

** : Statistically significant at the 0.05 probability level

IV. 요약 및 결론

신간척지인 대호간척지에 관행암거시설에 왕겨를 충전해줌으로써 배수구조 개선에 따른 제염 촉진 방법을 구명하고자 하였다.

압거유출부의 수질조사결과 매설한 압거시설은 설치 4년이 경과한 후에도 주변 용수와 압거 유출수를 비교한 결과 압거의 기능이 원활히 수행되고 있었다. 토양의 물리적 성질은 침하로 인한 심토의 용적밀도가 매우 높게 나타났고 단면 조사결과 압거 배수관을 따라 토양 성숙이 진행됨을 알 수 있었다.

압거배수관의 위치와 배수로로부터 거리에 따라 토양의 ECe와 SAR을 조사한 결과 압거 배수관 설치 부위 직상 지점에서 수직방향으로 1 m 간격으로 조사된 토양 포화침출액의 전기전도도와 SAR의 공간적 분포는 통계적으로 유의성은 없었으나 배수로로부터의 거리에 따른 토양의 ECe와 SAR의 공간적 분포는 왕겨충전에 의해 압거의 영향 범위를 넓혀주어 전체적으로 압거의 간격을 크게 하여 제염측면이나 경제적 측면에서 효과를 인정할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 구자용, 최진규, 손재권, 1998, 우리나라 서해안 간척지 및 간석지 토양의 이화학적 특성, 한토비지, 31(2), pp.120~127.
2. 권순국, 정두호, 한옥동, 1980, 압거배수간격이 배수 및 간척지 제염에 미치는 영향, 농시연보 22(농기, 농가, 농경편).
3. 농어촌진흥공사, 1996, 한국의 간척, 대성인쇄공사, pp.315.
4. 농업기술연구소, 1988, 토양화학분석법.
5. 농업진흥공사, 1989, 서남해안간척자원조사 토양조사 보고서, 농업진흥공사, pp.494.
6. 동화기술편집부, 1995, 수질오염·폐기물 공정 시험방법, 동화기술, pp.271.
7. 이중기, 1978, 간척지 제염에 관한 연구, 한농공지, 20(2), pp.67-79.
8. 정두호, 김현철, 민경수, 1969, 간척지에서 두더지 압거설치법과 제염효과에 관한 연구, 농공학회지, 7(4), pp.29-35.
9. 정두호, 김현철, 1970, 간척지 제염에 관한 연구(II), 개거에의한 제염 효과 시험, 한농공지 12(3), pp.33-38.
10. 최송열, 이종영, 어임수, 장효상, 1983, 염해담압거배수 효과 시험, 호남작물시험장 시험연구보고서, pp.1146-1160.
11. 한옥동, 정두호, 김현철, 1971, 개거에의한 제염 효과 시험, 농시연보 13(농공, 잠업편), pp.21-26.
12. Hayward, H. E., 1953, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils, US Salinity Laboratory, USDA, Agri. Handbook No60, pp.162.
13. Klute Arnold(ed.), 1982, Methods of soil analysis:physical and mineralogical methods. Part 1. SSSA and ASA, Madison, WI.
14. Page A. L.(ed.), 1986, Methods of soil analysis:chemical and microbiological properties. Part 2. SSSA and ASA, Madison, WI.
15. Schwab, G. O., R. K. Frevert, T. W. Edmonister, K. K. Bernes., 1966, Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley & Sons, NY. pp.683.