

ORIGINAL ARTICLE

농촌하천 표토내 매토종자의 발아량 및 종구성

김세창 · 박봉주* · 김원태¹⁾ · 윤용한²⁾ · 조용현³⁾ · 강희경⁴⁾ ·

오현경⁵⁾ · 신경준⁶⁾ · 어양준⁶⁾ · 윤택승⁷⁾ · 장광은⁷⁾ · 곽무영⁸⁾

충북대학교 원예과학과, ¹⁾천안연암대학 환경조경과, ²⁾건국대학교 산림과학과, ³⁾공주대학교 조경학과,
⁴⁾공주대학교 원예학과, ⁵⁾전북대학교 조경학과 & 한반도생태연구소, ⁶⁾(주)장원조경부설조경기술연구소,
⁷⁾(주)수프로 식물환경연구소, ⁸⁾(주)드림바이오스

Density and Species Composition of Soil Seed Bank in Rural Stream Topsoil

Se-Chang Kim, Bong-Ju Park*, Won-Tae Kim¹⁾, Yong-Han Yoon²⁾, Yong-Hyeon Cho³⁾,
Hee-Kyoung Kang⁴⁾, Hyun-Kyung Oh⁵⁾, Kyung-Jun Shin⁶⁾, Yang-Joon Eo⁶⁾,
Taek-Seong Yoon⁷⁾, Kwang-Eun Jang⁷⁾, Moo-Young Kwak⁸⁾

Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

¹⁾Department of Landscape Architecture, Cheonan Yonam College, Cheonan 331-709, Korea

²⁾Department of Forest Science, Konkuk University, Chungju 380-701, Korea

³⁾Department of Landscape Architecture, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea

⁴⁾Department of Horticulture, Kongju National University, Yesan 340-702, Korea

⁵⁾Department of Landscape Architecture, Chonbuk National University &

Ecological Institute of Korean Peninsula, Jeonju 561-756, Korea

⁶⁾JangWon Landscape Technology Institute, Seoul 137-130, Korea

⁷⁾Suppro Plant Environment Research Center, Seoul 137-787, Korea

⁸⁾Dreambios CO., LTD., Seoul 153-770, Korea

Abstract

Purpose of this study was to evaluate germination characteristics of soil seed bank in rural stream topsoil using seedling emergence method in order to provide data for future ecological restoration of stream utilizing topsoil. There were 24 families, 52 genera, 61 taxa of soil seed bank flora found in topsoil from 6 rural streams. The most frequently found taxa were Compositae (12 taxa) followed by Gramineae (8 taxa), Caryophyllaceae (5 taxa), Cruciferae (4 taxa), Scrophulariaceae, Labiatae, Polygonaceae and Cyperaceae. Plant with the most number of germination was *Stellaria aquatica* followed by *Erigeron annuus*, *Imperata cylindrica* var. *koenigii*, *Poa annua*, *Cyperus microiria* and *Veronica undulata*. Naturalized plants found were *Erigeron annuus*, *Rumex crispus*, *Oenothera odorata*, *Cerastium glomeratum*, *Bidens frondosa*, *Erigeron philadelphicus*, etc.

Key Words : Seedling emergence method, Ecological restoration, Naturalized plants

received 18 September, 2012; revised 16 October, 2012;

accepted 23 November, 2012

*Corresponding author : Bong-Ju Park, Department of Horticultural Science, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

Phone: +82-43-261-2528

E-mail: bjpak@chungbuk.ac.kr

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© 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.

1. 서론

하천지역의 식생은 수질보존, 하안 침식방지, 생물 다양성 및 하천의 경관향상뿐만 아니라 하천의 생태적 기능회복에 있어 가장 중요한 평가자료로 이용된다(Kim 등, 2010; Choe 등, 2010). 그러나 홍수범람 등의 이유로 이루어진 하천 정비사업은 이·치수기능, 하천토지이용 등의 공학적 기능은 향상되었지만 하천 생태계 교란 등의 문제점을 야기시켰다(Park 등, 2009). 농촌지역의 경우 농업용수 공급기능 중심의 시공과 유지관리 부족으로 인하여 지역생태환경이 훼손되어 개선 방안의 수립이 필요한 실정이다(Oh, 2008; Kang과 Son, 2011). 이러한 문제점을 인식하고 최근에는 훼손된 하천을 원래의 생태적 구조에 근접하게 되돌리는 자연형 하천으로의 식생복원방법이 이루어지고 있다(Lee 등, 2011). 녹화지역의 초기 종구성이 향후 지역 식생에 영향을 미치므로 지역에 도입되는 식물종은 하천 생태계 회복에 있어서 중요한 요인으로 작용한다(Nishihiro 등, 2006).

매토종자를 이용한 표토이용 식생복원방법은 훼손된 생태계의 갱신과 회복뿐만 아니라 빠른 재녹화의 장점을 지니고 있으며 해당지역의 자생종 및 고유종과 일부 선구수종의 도입이 가능하여 생태계 교란 방지에도 도움을 줄 수 있다. 또한 천연재료 및 현지 자원을 이용하기 때문에 경비절감효과를 얻을 수 있어 훼손된 생태계의 재녹화에 가장 이상적인 재료라 할 수 있다(Shin과 Yi, 2011; Hosogi와 Kameyama, 2004). 매토종자와 관련된 연구는 주로 산림 위주의 연구가 대부분을 차지하고 있으며(Kim과 Woo, 1999; Joe와 Kim, 2008; Shin과 Yi, 2011) 하천과 관련된 연구는 미미한 실정이다(Kim과 Park, 2012). 따라서 본 연구는 농촌지역 하천을 대상으로 표토 내 매토종자 발아특성을 평가하여 향후 표토를 활용한 하천 생태복원을 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 표토채취

농촌 하천지역 표토를 채취하기 위하여 하천의 위치 및 크기를 고려하여 중부지방인 충청남도에 위치한 총 6곳(청지천, 당진천, 온양천, 판교천, 월하천, 노

장천)을 대상지로 선정하였다(Fig. 1). 2011년 8월 하순에 각 하천을 대상으로 녹화사업이 이루어진 개발지역과 자연식생을 그대로 유지하고 있는 자연지역으로 구분하여 3반복씩 총 36개의 표토를 채취하였다. 매토종자는 표토 10 cm 이내에 가장 많이 분포하고 있는 것으로 알려져 있어(Iverson과 Wall, 1982; Kim과 Woo, 1999) 가로 50 cm×세로 50 cm×깊이 10 cm의 채취범위를 확보한 후 계량비커와 삽을 이용하여 정량 채취하였다. 채취 시에는 커다란 협잡물을 제거한 다음 외부 식물종이 유입되지 않도록 비닐봉지에 밀봉하여 운반하였다.

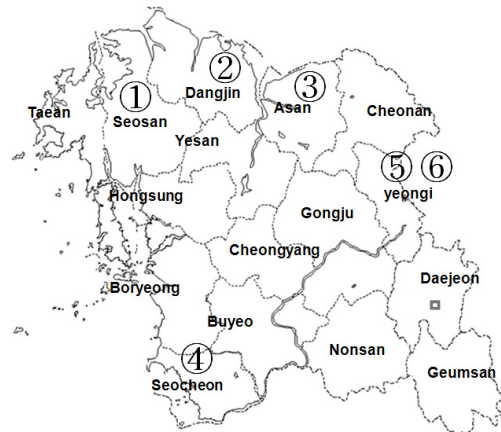


Fig. 1. Map of sampling sites(① Cheongji stream, ② Dangjin stream, ③ Onyang stream, ④ Pangyo stream, ⑤ Wolha stream, ⑥ Nojang stream).

2.2. 매토종자 발아 실험

2011년 8월 말부터 12월 초순에 걸쳐 충북대학교 부속농장 온실 내에서 발아실험을 실시하였다. 플라스틱 용기(450(W)×270(D)×120(H) mm)에 배수를 위하여 드릴로 24개의 구멍을 뚫은 다음 토양유실을 방지하기 위하여 부직포를 깔았다. 그 다음으로 배수층 조성을 위하여 펄라이트를 5 cm 두께로 채운 다음 채취해 온 하천 표토를 4 cm 두께로 포설하였다. 외부종자 침입에 의한 발아율을 파악하기 위하여 펄라이트로만 채운 실험구를 대조구로 조성하였다. 관수는 2일에 1회의 빈도로 시행하였다. 유식물 출현법(seedling emergence method)을 이용하여 매토종자에서 발아한 개체를 동정이 가능할 때까지 키운 다음 종을 Lee

(2006a)와 Lee(2006b)의 문헌을 바탕으로 동정하고 동정이 끝난 종은 제거하고 그 개수를 기록하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 전체 총 출현 식물상

농촌하천 표토내 매토종자의 발아 식물상은 총 24과 52속 61종류가 확인되었다(Table 1). 생활형을 분석한 결과, 2년생 초본류가 25종류(41.0%)로 가장 많았으며 그 다음으로 1년생 초본류가 22종류(36.1%), 다년생 초본류 13종류(21.3%), 목본류 1종(1.6%)의 순으로 나타났다. 가장 많이 분포하는 분류군은 국화과가 12종류(20.0%)로 가장 많았으며, 그 다음으로 벼과 8종류(13.3%), 석죽과 5종류(8.3%), 십자화과 4종류(6.7%), 현삼과, 꿀풀과, 마디풀과, 사초과가 각각 3종류(5.0%) 등의 순으로 나타났다. 출현 개체수는 쇠별꽃 1,151개체(22.2%) > 개망초 752개체(14.5%) > 락 490개체(9.5%) > 새포아풀 453개체(8.7%) > 방동사니 421개체(8.1%) > 물칭개나물 310개체(6.0%) 등의 순으로 나타났다.

Table 1. Taxonomic category numbers of flora germinated in topsoil from study areas

	Taxa	Family	Genus	Taxa
Angiospermae	Monocotyledoneae	3	10	12
	Dicotyledoneae	21	42	49
	Total	24	52	61

3.2. 개발지역

개발지역의 총 출현식물상은 20과 49속 57종류로 국화과가 9종류(15.8%)로 가장 많았으며, 석죽과 6종류(10.5%), 벼과 6종류(10.5%), 십자화과 4종류(7%), 콩과 4종류(7.0%) 등의 순이었다(Table 2). 식물상 중 1년생과 2년생 초본류가 각각 24종류(42.1%)였으며, 다년생 초본류는 9종류(15.8%)로 상대적으로 적게 출현하였다. 출현개체수는 총 3,937개체이며, 개불알풀 558개체(14.2%) > 황새냉이 535개체(13.6%) > 방동사니 486개체(12.3%) > 개망초 467개체(11.9%) > 주름잎 256개체(6.5%) 등의 순이었다(Fig. 2). 귀화식물은 총 12종류이며 소리쟁이, 개비름, 미국자리공, 유

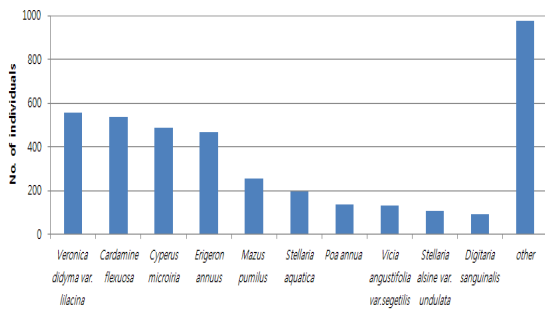
립점나도나물, 갯, 달맞이꽃 등이 출현하였다(Table 5). 매토종자 발아의 식물종은 연구시기와 식물의 개화시기와 관련성이 있기 때문에(Joe와 Kim, 2008) 향후 매토종자의 채취시기에 따른 추가적인 연구가 필요하다. 하천별로 살펴보면 식물상에서는 큰 차이를 보이지는 않았으나 출현개체수에서 차이를 보였다. 청지천의 출현 총 식물상은 12과 26속 29종류이며 과별 분류군을 살펴보면 국화과 7종류(24.1%), 벼과 4종류(13.8%), 석죽과, 현삼과 각 3종류(10.3%) 등의 순으로 나타났다. 주요 출현종으로는 방동사니(266개체), 주름잎(199개체), 개망초(84개체), 살갈퀴(36개체), 쇠비름(30개체) 등이었다. 당진천의 출현 총 식물상은 13과 23속 30종류이며 과별 분류군을 살펴보면 석죽과 5종류(16.7%), 벼과 4종류(13.3%), 사초과, 십자화과, 현삼과 각 3종류(10.0%) 등의 순으로 나타났다. 주요 출현종을 살펴보면 새포아풀(121개체), 쇠별꽃(54개체), 주름잎(17개체), 황새냉이(12개체) 등이었다. 노장천의 식물상은 15과 23속 27종류이며 과별 분류군을 살펴보면 국화과 석죽과 4종류(14.8%), 사초과와 현삼과 각 3종류(11.1%) 등의 순으로 나타났다. 주요 출현종은 황새냉이(479개체)가 가장 많았으며, 그 다음으로 개망초(234개체), 방동사니(93개체), 쇠별꽃(62개체) 등의 순이었다. 온양천의 출현 식물상은 13과 23속 30종류이며 과별 분류군을 살펴보면 석죽과 5종류(16.7%), 국화과 4종류(13.3%), 벼과, 사초과, 가지과, 현삼과 각 3종류(10.9%)의 순으로 나타났다. 주요 출현종으로는 새포아풀(121개체), 쇠별꽃(54개체), 주름잎(17개체), 황새냉이(12개체) 등의 순이었다. 판교천의 총 식물상은 15과 26속 28종류이며 과별로는 벼과와 국화과가 각각 5종류(17.9%)로 가장 많았으며 그 다음으로 석죽과 3종류(10.7%), 사초과, 비늘꽃과, 마디풀과, 지치과 각 2종류(7.1%)의 순이었다. 주요 출현종으로는 개불알풀(396개체), 방동사니(76개체), 살갈퀴(73개체), 바랭이(58개체), 소리쟁이(46개체) 등이었다. 율하천의 출현 식물상은 14과 26속 31종류이며 과별 분류군을 살펴보면 국화과 7종류(22.6%), 벼과, 십자화과, 석죽과, 현삼과가 각각 3종류(9.7%) 등의 순으로 나타났다. 주요 출현종으로는 개망초(106개체), 벼룩나물(30개체), 방동사니(28개체), 꽃다지(27개체) 등이었다(Table 3).

Table 2. Taxonomic category number of flora germinated in topsoil from development districts

Classification	Family	Genus	Taxa
Angiospermae	Monocotyledoneae	3	8
	Dicotyledoneae	17	41
	Total	20	49

Table 3. Taxonomic category number of flora distributed germinated in topsoil from development districts by stream

Stream	Family	Genus	Taxa	No. of individuals
Cheongji	12	26	29	764
Dangjin	13	23	30	302
Nojang	15	23	27	1,209
Onyang	15	25	30	464
Pangyo	15	26	28	822
Wolha	14	26	31	376

**Fig. 2.** Flora germinated in topsoil from development districts.

3.3. 자연지역

인위적인 녹화사업이 이루어지지 않은 자연지역 표토내 매토종자 발아실험 결과 24과 52속 61종류가 출현하였다. 2년생 초본류가 25종류(41.0%)로 가장 높았으며, 그 다음으로 1년생 초본류 22종류(36.1%), 다년생 초본류 13종류(21.3%), 목본류 1종(1.6%) 순이었다. 목본류 1종은 양천에서 출현한 붉나무로 전체 실험구 중 유일하게 발아하였는데 이는 매토종자가 아닌 매토아(Budbank)로서 식물의 조직이 발아된 것으로 추정된다(Joe와 Kim, 2008). 출현 개체수는 총

5,189개체로 쇠별꽃이 1,151개체(22.2%)로 가장 많았으며, 그 다음으로 개망초 752개체(14.5%), 락 490개체(9.4%), 새포아풀 453개체(8.7%), 방동사니 421개체(8.1%), 물칭개나물 310개체(6.0%) 등의 순이었다(Fig. 3). 청지천의 출현 총 식물상은 11과 23속 28종류이며, 주요 출현종으로는 개망초가 174개체로 가장 많았으며 그 다음으로 새포아풀(87개체), 쇠별꽃(82개체), 꽃마리(52개체), 방동사니(35개체) 등의 순이었다. 당진천의 출현 총 식물상은 14과 29속 34종류이며 과별 분류군을 살펴보면 국화과 7종류(20.5%), 벼과 4종류(11.7%), 사초과, 십자화과, 현삼과 각 3종류(8.8%) 등의 순이었다. 총 출현종은 1,597개체로 가장 많이 출현하였으며, 주요 출현종으로는 쇠별꽃(857개체)이 가장 많았으며, 새포아풀(263개체), 벼류나물(75개체), 방동사니(68개체), 방동사니(68개체) 등의 순이었다. 노장천의 출현 총 식물상은 16과 30속 36종류로 총 584개체가 출현하였다. 그 중 물칭개나물이 244개체로 가장 많았으며, 그 다음으로 새포아풀(103개체), 쇠별꽃(102개체), 황새냉이(82개체) 등의 순이었다. 온양천은 18과 26속 31종류가 출현하였으며, 락 368개체로 가장 많았고 그 다음으로 개불알풀 149개체, 쇠별꽃 78개체, 갯 67개체 등의 순이었다. 판교천은 15과 29속 32종류가 출현하였으며, 방동사니가 217개체로 가장 많았으며 그 다음으로 개망초 214개체, 락 90개체, 살갈퀴 58개체 등의 순이었다. 월하천은 14과 20속 25종류가 출현하였으며 개망초(220개체), 달맞이꽃(48개체), 방동사니(41개체), 락(32개체) 등의 순이었다. 귀화식물은 개망초, 소리쟁이, 달맞이꽃, 갯, 유럽점나도나물, 미국가막사리, 봄망초 등 13종류가 출현하였다(Table 5).

농촌하천 개발지역과 자연지역 표토의 매토종자 발아량을 비교한 결과, 자연지역의 매토종자의 발아량이 다양한 종을 보유하고 있을 뿐만 아니라 출현개체수도 비교적 많은 것으로 나타 자연지역 표토는 하천 식생복원시 활용 가능성이 있는 것으로 타났다. 하지만 이입된 귀화식물이 군락 내 분포가 높을 경우 기존식생을 교란하기 때문에 생태적으로 건전하지 못하므로(You 등, 2006), 하천 생태복원시 매토종자의 사용에는 신중한 접근이 고려되어야 한다.

Table 4. Taxonomic category number of flora germinated in topsoil from natural districts

Name of stream	Family	Genus	Taxa	No. of individuals
Cheongji	11	23	28	584
Dangjin	14	29	34	1,597
Nojang	16	30	36	830
Onyang	18	26	31	940
Pangyo	15	29	32	799
Wolha	14	20	25	434

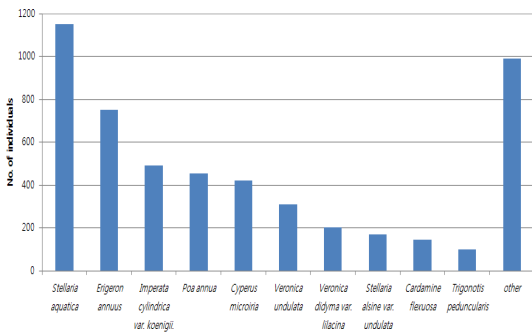


Fig. 3. Flora germinated in topsoil from natural districts.

4. 결론

본 연구는 중부지방인 충청남도에 위치한 6곳의 농촌하천 표토를 이용하여 매토종자의 발아량을 평가하여 표토활용 식생복원기술에 대한 기초자료를 제공하기 위하여 실시하였다. 매토종자 발아량 평가 결과, 전체 식물상은 24과 52속 61종류가 출현하였으며 2년생 초본류와 다년생 초본류가 많았고 1년생 초본류는 비

교적 적게 나타났다. 개발지역의 경우 총 출현식물상은 20과 49속 57종류이었으며 석죽과, 벼과, 십자화과, 콩과 등의 식물이 출현하였다. 총 출현 개체수는 3,397개체로 개불알풀, 황새냉이, 방동사니, 개망초, 주름잎의 출현빈도가 높았다. 자연지역의 경우 24과 52속 61종류가 확인되었다. 총 출현 개체수는 5,189개체이었으며 쇠별꽃, 개망초, 띠, 새포아풀, 방동사니, 물칭개나물 등이 출현빈도가 높았다. 이상의 결과에서 6개 농촌하천 표토내 매토종자는 다양하게 분포하고 있어 생태복원 소재로서 활용가능성이 높은 것으로 판단된다. 식생의 분포와 매토종자의 발아특성은 밀접한 관련성이 예상되어지며, 발아시의 수분조건의 차이에 의한 식물군락의 종조성이 결정되어질 수 있기 때문에 향후 이에 대한 추가적인 연구가 이루어져 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2011 차세대에코이노베이션기술 개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Choe, I. H., Han, B. H., Ki, K. S., 2010, The change of riverside vegetation by construction of ecological stream in Suwoncheon, Gyeonggi Province, Kor. J. Env. Eco., 24(6), 723-734.
 Hosogi, D., Kameyama, A., 2004, Timing for the collection of topsoil from a deciduous forest for use as planting material in suburban Tokyo, Japan, Ecological Engineering, 23, 371-386.

Table 5. List of naturalized plants

Naturalized plants	D	N	D	N
<i>Rumex crispus</i> L.	○	○	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	○
<i>Amaranthus lividus</i> L.	○	○	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	○ ○
<i>Phytolacca americana</i> L.	○	○	<i>Erigeron canadensis</i> L.	○ ○
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	○	○	<i>Erigeron philadelphicus</i> L.	○ ○
<i>Brassica juncea</i> var. <i>integrifolia</i> Sinsk.	○	○	<i>Bidens frondosa</i> L.	○
<i>Oenothera odorata</i> Jacq.	○	○	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill.	○ ○
<i>Trifolium repens</i> L.	○	○	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	○

* D: development district, N: Natural district

- Iverson, K. R., Wall, M. K., 1982, Buried, viable seeds and their relation to revegetation after surface mining. *Journal of Range Management*, 35(5), 648-652.
- Joe, S. H., Kim, K. D., 2008, Comparisons between a forest road with a coniferous plantation and distributed vegetation on the edge of a forest, and reclaimed soil seed bank, *Kor. J. Env. Eco.*, 22(4), 409-419.
- Kang, B. H., Son, J. K., 2011, The study on the evaluation of environment function at small stream-In the case of Hongdong stream in Hongsung-gun, *J. Korean Env. Res. Tech.*, 14(5), 81-101.
- Kim, H. J., Shin, B. K., You, Y. H., 2010, The correlation between occurrence of vegetation and environmental factors at the natural streams in Korea, *Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con.*, 102-107.
- Kim, K. H., Woo, B. M., 1999, The optimal collecting time and methods of utilization of forest topsoil as revegetation materials of slopes, *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.*, 2(2), 53-61.
- Kim, S. C., Park, B. J., 2012, Species composition and density of soil seed bank in rural stream topsoil, *Proceeding of the Korean Institute of Forest Recreation Conference*, 95-96.
- Lee, T. B., 2006a, *Coloured flora of Korea*, Hyangmunsa, Seoul, Korea.
- Lee, Y. H., Kang, B. H., Na, C. S., Yang, G. Y., Min, T. G., Hong, S. H., 2011, Herbal flora and succession of stream under management conditions after its restoration-Case study of Yangjaecheon in Seoul, *Kor. J. Weed Sci.*, 31(1), 49-70.
- Lee, Y. N., 2006b, *New flora of Korea(I, II)*, Kyohaksa, Seoul, Korea.
- Nishihiro, J., Nishihiro, M. A., Washitani, I., 2006, Restoration of wetland vegetation using soil seed banks: Lessons form a project in Lake Kasumigaura, Japan. *Landscape and Ecological Engineering*, 2, 171-176.
- Oh, D. S., 2008, A study on the enhancement of river characteristics after repairing Youngdam stream, M. S. Thesis, Gyeongsang National University.
- Park, I. H., Jang, G. S., Cho, K. J., Ra, J. H., 2009, Analysis on the flora and vegetation for ecological restoration of local streams-In case of local streams in Namwon, *J. Korean Env. Res. Tech.*, 12(6), 153-163.
- Shin, H. T., Yi, M. H., 2011, The relationship between soil seed bank and ground layer of actual vegetation in Korea, *Journal of Environmental Sciences*, 20(1), 127-135.
- You, J. H., Jung, S. G., Lee, C. H., 2006, Analysis on the vegetation and flora for the ecological restoration of the river, *Korean J. Plant Res.*, 19(4), 471-479.