

휴경 연차에 따른 휴경지 군락내 식생 특성

강병화 · 심상인^{1)*} · 마경호²⁾

고려대학교 생명환경과학대학 환경생태공학부, ¹⁾경상대학교 농과대학 식물자원환경학부, ²⁾농촌진흥청 농업생명공학원
(2002년 12월 23일 접수, 2003년 2월 14일 수리)

Floristic Composition of Plant Community in Set-Aside Fields with Regard to Seral Stages

Byeung-Hoa Kang, Sang-In Shim^{1)*} and Kyung-Ho Ma²⁾ (Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University, Seoul 136-701, Korea ¹⁾Division of Plant Resources and Environment, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 600-701, Korea ²⁾National Institute of Agricultural Biotechnology, Suwon 441-707, Korea)

ABSTRACT : The present study was conducted to analyze the vegetational difference in fallowed fields at the different seral stages. Plant species were surveyed on the fields having different cropping history, soil moisture conditions, and the duration of set-aside. Effects of soil moisture condition and fallowing duration on the vegetational profiles of fallowed fields in the course of different seral stages. In the fields fallowed for more than three years, a conspicuous feature of vegetation was the dominance of perennial species, which was less dominant in the fields fallowed for less than 3 years. The floristic composition of fallowed fields was dependent on the soil moisture condition. However, the influence of fallow-history on vegetational composition was less than that of the soil moisture conditions. The dominant species occurred in fallowed upland (dry) fields were changed from *Glycine soja*, *Persicaria thunbergiana*, and *Artemisia princeps* at 2-year-fallowed to *Persicaria thunbergiana*, *Miscanthus sinensis*, and *Glycine soja* at 6-year-fallowed. In wet fallowed paddy fields, annual *Mosla punctulata*, *Ambrosia artemisiifolia*, and *Setaria viridis*, the dominant species at 3-year-fallowed, were substituted by perennial *Miscanthus sinensis*, *Aster pilosus*, and *Hemarthria sibirica* at 7-year-fallowed. When the succession continued for 11 years in wet fields, the vegetation was characterized by the domination of perennials such as *Phragmites communis*, *Zizania latifolia*, and *Typha orientalis*. It was suggested that the soil moisture condition was a strong determinant of the dominant species on early seral conditions. In the fallowed paddy fields, the species diversity was relatively higher in the fields set-aside as wet condition compared to the fields fallowed as dry condition.

Key words: fallowed fields, set-aside fields, weed community.

서 론

쌀 증산 정책의 변화와 농촌 노동 구조의 변화에 따른 노동생산성의 저하 등의 원인으로 인하여 다른 산업보다 농업의 경쟁력이 낮아져 휴경지가 과거에 비해 많이 늘어났으며 앞으로는 정도가 심화될 것으로 보여진다. 일반 작물 재배지가 휴경지를 거쳐 폐경지가 됨에 따라 변화되는 대표적인 것은 식생의 변화이다. 휴경지의 식생 특성은 휴경 후 재경작 뿐만 아니라 휴경지를 친환경적인 공간으로 유지하기 위한 식생 관리의 기초 자료로서 필요하다.

휴경지는 농업생태계와 자연생태계의 특성을 동시에 갖는다고 볼 수 있는데, 휴경지에서의 식생은 경작지의 잡초 발생과는 상이한 결과를 나타낸다고 알려져 있다¹⁾. 휴경 연수의 진전에 따라 경작지의 식생은 초기 우점하는 종이 다른 종으로 대체되는데, 일년생 식물이 다년생 식물로 대체되는 것이 가장 확연한 특징이라고 알려져 있다^{2,4)}. 덧붙여 천이 과정에서 식물종 간에는 상호작용이 존재하여 다른 종에 대한 내성을 갖는 종이 우세하고 특히 일년생과 다년생 식물이 혼생하는 과정에서 다년생의 제거는 일년생의 발생을 촉진하나 일년생의 제거는 다년생의 발생에 영향을 주지 않는다고 알려져 있다⁵⁾. Wilcox⁶⁾는 휴경 첫해에 27종의 일년생과 13종의 다년생의 발생하였다가 이듬해에는 일년생의 발생이 급격하게 줄어들음을 보고하였다. 그러나 살충제를 이용하여 초식류인 곤충의

*연락처:

Tel: +82-55-751-5423 Fax: +82-55-751-5420
E-mail: sishim@gnsu.ac.kr

밀도를 인위적으로 줄였을 경우 일년생의 발생 감소 정도는 약화되고 다년생의 증가 정도도 감소하였다고 보고하였다.

경작지의 휴경 과정에서 일어나는 천이 과정의 예측과 초기에 우점하는 일년생 잡초의 밀도 감소의 원인은 확실하게 밝혀져 있지는 않지만 물리적 환경 변화와 종들간의 상호작용에서 나타나는 “축진 모델”과 “억제 모델”로 설명되어지고 있다⁶⁾. Kosola와 Gross⁴⁾는 초기에 우점하는 종과 후기에 우점하는 종을 비교할 때 후기에 우점하는 종이 천이 과정에서 자원에 대한 경쟁 능력이 강하기 때문이라고 하였다. 특히 지하부 경쟁이 이러한 천이 과정에서 중요한 결정 인자가 된다고 보고하였다. 농경지의 휴경에 따른 식물 천이 과정에서 일년생 초본의 지속 기간은 환경 조건에 따라 달라지나 Brown과 Gange⁷⁾은 2~3년 후에 다년생 식물에 의해 일년생이 대체된다고 보고하였고, Huberty 등⁸⁾은 폐경지에서 일년생 식물종은 휴경이 4년 이상 진행됨에 따라 감소하기 시작하고 다년생 식물로 대체된다고 보고하였다. Steffan-Dewenter와 Tschamtker⁹⁾는 휴경 초기 개척종과 초기 천이 식생을 보이는 포장의 경우 천이가 많이 진행된 포장보다 적은 식물 종수를 보인다고 하였다. 천이에 있어서도 토양내 양분 조건도 관여하는데, 이차 천이 과정에서 인위적인 양분의 투여는 일년생 식물의 우점화를 연장하여 다년생 식물로의 천이를 지연시킨다는 보고도 있다¹⁰⁾. 그러나 Huberty 등⁸⁾은 질소 성분의 인위적 투여가 이러한 천이에 직접적인 영향을 주지 않는다고 하였다. Van der Putten 등¹¹⁾은 천이에 영향을 주는 요인으로서 포장의 식물 다양성을 꼽았으며 후기에 우점하는 식물종을 인위적으로 파종함으로써 식물 발달의 초기 단계를 변화시킬 수 있다고 하였다. 다양도가 낮은 지역은 종 다양도가 높은 곳보다 안정도가 떨어진다고 보고하였다.

우리나라의 휴경지 잡초 식생 변화에 대한 연구는 휴경지에 대한 관심 부족으로 매우 미진한 실정이다. 국내 휴경지에 대한 연구는 휴경지의 토양 특성 변화와 식생 변화를 병행한 연구가 많이 진행되었는데, Na 등¹²⁾의 연구에 따르면 휴경 연수가 2년을 경과하면서 일년생보다는 다년생 식물종의 발생이 많아지며 토양 pH와 Ca, Mg 농도가 증가한다고 보고하였다. Han 등¹³⁾은 휴경이 계속 진행됨에 따라 토양 pH는 3년까지는 변화가 없다가 이후에 증가하였고, 유기물 함량도 증가하며, 이 시기에 식생의 변화는 초기에는 사초과와 화본과 국화과가 우점하다가 휴경이 계속됨에 따라 마디풀과, 꿀풀과 식물종이 증가하고 콩과와 물옥잠과, 닭의장풀과 식물종은 감소한다고 보고하였다. 밭은 휴경할 경우 첫해에는 돌피의 발생이 많고 명아주, 개망초, 까마중, 털비름과 같이 경작하는 밭에 발생이 많은 초종이 우점한다고 알려져 있다. 또한 논이 휴경될 경우에도 전답 조건으로 휴경될 때에는 강아지풀, 돌콩, 돌피와 같이 밭잡초의 우점이 뚜렷하다고 알려져 있다¹⁾. Song¹⁴⁾은 휴경지의 식물사회학적 연구에서 *Erigeron* spp.의 우점화가 특징적이나 지역에 따라 그 차이가 있다고 보고하였다.

본 연구는 토양 조건이 다른 휴경지 연차별 식생 변화를 연중 조사하여 휴경화에 따른 식생관리의 기초 자료를 제공

하고자 도시근교에 위치한 지역과 인간 활동에 의한 영향이 적은 국립공원 내에 위치한 두 지역을 대상으로 휴경 전의 경작지 조건과 휴경 연수에 따른 식생 변화를 비교 분석하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

조사지역

본 연구에서 조사 대상 지역은 인간 활동에 의한 영향이 상대적으로 큰 도시 근교 농업 지대인 경기도 남양주군 와부읍(Coordinates: 37°34' N 127°14' E, Altitude: 60~70 m)에 위치한 고려대학교 부속 농장 일대와 인간 활동에 의한 교란이 적은 산간 농촌인 월악산 국립공원에 위치한 지역(Coordinates: 36°51' N 128°03' E, Altitude: 330~340 m)을 택하여 조사하였다. 도시 인근 지역인 와부읍 일원은 도시 인근에 위치하고 집약적 농업이 실시된 지역이고 국립공원인 월악산 지역은 경사지로서 도시 인근 지역에 비하여 상대적으로 집약적 관리 정도가 약하며 인근에 자연 생태계가 위치하여 잡초종이 아닌 야생 식물의 유입이 쉽게 일어날 수 있는 지역이다. 조사 대상 포장은 소유주로부터 경작 전력과 휴경 연차수를 확인하였다.

조사 시기

본 연구는 2000년과 2001년에 걸쳐 월동 후 식물에 의해 토양 피복이 본격적으로 진행되는 6월부터 현존량의 확인이 가능한 10월까지 한달 간격으로 발생 초종과 피복도를 조사하였다. 조사 지역은 사전 조사에서 목본의 확인이 없어 초본류의 본격적인 발생이 일어나는 시기인 6월부터 조사를 실시하였고 봄에 일찍 발생하는 월년생 초종들도 이 시기에 확인이 가능하였다.

식생 조사

조사 지역에 발생한 식물종에 의한 토양의 상대 피복도는 1 m × 1 m의 방형구를 사용하여 방형구내 발생한 식물종(초본)의 피복율(percent cover)을 산출하였다. 각 발생 초종의 동정과 식물학적, 생태학적 특성은 도감^{15,17)}과 논문^{18,19)}을 참조하여 동정하고 생태적 특성을 파악하였다.

결과 및 고찰

본 연구 결과 휴경지에 발생한 초종 중 1% 이상의 피복율을 보인 주요 식물종은 Table 1과 같다. 인간 활동의 영향이 적은 월악산 국립공원에 위치한 충북 제천군 한수면의 휴경 밭의 식생은 Table 2와 3에 나와있는 것처럼 2년 휴경한 밭과 6년간 휴경한 밭에서 차이가 있었는데, 가장 뚜렷한 차이는 일년생 식물인 돌콩의 우점도의 변화이다. 2년간 휴경된 밭에서는 8월부터 9월까지 돌콩이 매우 우점하여 60% 이상의 토양 피복도를 나타냈으나 6년간 휴경된 포장에서는 돌콩의 피

Table 1. Major plant species^{a)} observed in the experimental fields

Korean name	Family	Scientific name	Life ^{b)} history	Life ^{b)} form
버드나무	Salicaceae	<i>Salix koreensis</i>	Peren.	Xero.
졸참나무	Fagaceae	<i>Quercus serrata</i>	Peren.	Xero.
찔레나무	Rosaceae	<i>Rosa multiflora</i>	Peren.	Xero.
강아지풀	Poaceae	<i>Setaria viridis</i>	Annu.	Xero.
개기장	Poaceae	<i>Panicum bisulcatum</i>	Annu.	Xero.
고마리	Polygonaceae	<i>Persicaria thunbergii</i>	Annu.	Hydro.
노랑물봉선	Balsaminaceae	<i>Impatiens noli-tangere</i>	Annu.	Hydro.
돌콩	Fabaceae	<i>Glycine soja</i>	Annu.	Xero.
돼지풀	Asteraceae	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i>	Annu.	Xero.
들깨풀	Lamiaceae	<i>Mosla punctulata</i>	Annu.	Xero.
미국가막사리	Asteraceae	<i>Bidens frondosa</i>	Annu.	Xero.
새팔	Fabaceae	<i>Phaseolus nipponensis</i>	Annu.	Xero.
차풀	Fabaceae	<i>Cassia mimosoides</i> var. <i>nomume</i>	Annu.	Xero.
개망초	Asteraceae	<i>Erigeron annuus</i>	Bienn.	Xero.
달맞이꽃	Onagraceae	<i>Oenothera odorata</i>	Bienn.	Xero.
뚝새풀	Poaceae	<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	Bienn.	Xero.
갈대	Poaceae	<i>Phragmites communis</i>	Peren.	Hydro.
골풀	Juncaceae	<i>Juncus effusus</i> var. <i>decepiens</i>	Peren.	Xero.
미국쭉부쟁이	Asteraceae	<i>Aster pilosus</i>	Peren.	Xero.
미나리	Apiaceae	<i>Oenanthe javanica</i>	Peren.	Hydro.
부들	Typhaceae	<i>Typha orientalis</i>	Peren.	Hydro.
소리쟁이	Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Peren.	Xero.
쇠치기풀	Poaceae	<i>Hemarthria sibirica</i>	Peren.	Xero.
수영	Polygonaceae	<i>Rumex acetosa</i>	Peren.	Xero.
쭉	Asteraceae	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	Peren.	Xero.
억새	Poaceae	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascen</i>	Peren.	Xero.
줄	Poaceae	<i>Zizania latifolia</i> Turcz.	Pereb.	Hydro.
취	Fabaceae	<i>Pueraria thunbergiana</i>	Peren.	Xero.

^{a)} The species showed ground cover more than 1%.

^{b)} Peren, perennial; Annu, annual, Bienn, biennial; Xero, xerophyte; Hydro, hydrophyte.

Table 2. Seasonal changes in the abundance of dominant plants occurred on fallowed (7 years) dry fields located near urban regions

Late-May		Mid-Jul.		Late-Aug.		Sep. to Oct.	
Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)
<i>M. sinensis</i>	30	<i>M. sinensis</i>	30	<i>M. sinensis</i>	35	<i>M. sinensis</i>	36
<i>A. pilosus</i>	25	<i>A. pilosus</i>	25	<i>A. pilosus</i>	27	<i>A. pilosus</i>	29
<i>H. sibirica</i>	20	<i>H. sibirica</i>	22	<i>H. sibirica</i>	22	<i>H. sibirica</i>	20
<i>R. multiflora</i>	5	<i>R. multiflora</i>	5	<i>R. multiflora</i>	3	<i>R. multiflora</i>	3
<i>Q. serrata</i>	1	<i>Q. serrata</i>	1	<i>Q. serrata</i>	1	<i>Q. serrata</i>	1
Others	19	Others	17	Others	12	Others	11

Abundance was calculated based on the percent cover in quadrats.

복도가 10% 미만으로 크게 줄어들었다. 그러나 같은 콩과에 속하는 덩굴성 다년생 식물인 취의 우점도가 크게 증가하여 7월부터 70% 이상의 높은 피복도를 나타냈다. 2년간 휴경된 포장과 6년간 휴경된 포장의 경우 늦봄인 6월에는 다년생 초본인 쭉이 우점하였는데, 생태적으로 이른 봄에 발생하여 일찍 왕성한 생육을 보이는 취의 특성상 초여름까지 우점하는

것으로 나타났다. 쭉은 Kang 등²⁰⁾의 연구에서 알 수 있는 것처럼 밭에서 발생이 많은 우점잡초이고, 특히 야산 개간지에서 발생이 많은 것으로 알려진 초종이다. 특히 쭉은 비농경지에서도 발생이 많은 다년생종으로 천이가 많이 진전된 것으로 추정되는 휴경 6년차의 묵밭에서도 비교적 5% 이상의 피복도를 보여 지속적으로 발생하고 있음이 확인되었다. 휴경

Table 3. Seasonal changes in the abundance of dominant plants occurred on fallowed (7 years) wet fields located near urban regions

Mid-Jun		Mid-Jul.		Late-Aug.		Mid-Sep.	
Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)
<i>P. thunbergii</i>	25	<i>P. thunbergii</i>	20	<i>P. communis</i>	20	<i>P. communis</i>	25
<i>T. orientalis</i>	10	<i>T. orientalis</i>	15	<i>T. orientalis</i>	20	<i>G. soja</i>	25
<i>P. communis</i>	10	<i>P. communis</i>	15	<i>G. soja</i>	15	<i>T. orientalis</i>	15
<i>J. effusus</i>	5	<i>J. effusus</i>	5	<i>P. thunbergii</i>	10	<i>P. thunbergii</i>	10
<i>O. javanica</i>	5	<i>G. soja</i>	5	<i>B. frondosa</i>	5	<i>B. frondosa</i>	7
Others	45	Others	40	Others	30	Others	18

Table 4. Seasonal changes in the abundance of dominant species on fallowed (2 year) field located in mountainous regions

Mid-Jun.		Mid-Jul.		Mid-Aug.		Mid-Sep.	
Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)
<i>A. princeps</i>	40	<i>A. princeps</i>	45	<i>G. soja</i>	65	<i>G. soja</i>	60
<i>E. annuus</i>	35	<i>G. soja</i>	20	<i>P. thunbergiana</i>	15	<i>P. thunbergiana</i>	15
<i>G. soja</i>	5	<i>P. thunbergiana</i>	15	<i>A. princeps</i>	5	<i>A. princeps</i>	15
<i>I. nori-tangere</i>	3	<i>E. annuus</i>	5	<i>P. nipponensis</i>	3	<i>P. nipponensis</i>	3
<i>P. thunbergiana</i>	3	<i>I. nori-tangere</i>	3	<i>I. nori-tangere</i>	3	<i>C. mimosoides</i>	1
Others	14	Others	12	Others	9	Others	6

Table 5. Seasonal changes in the abundance of dominant plants occurred on fallowed (11 years) wet fields located near urban region

Late-May		Mid-Jul.		Late-Aug.		Sep. to Oct.	
Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)
<i>P. communis</i>	35	<i>P. communis</i>	40	<i>P. communis</i>	40	<i>P. communis</i>	45
<i>Z. latifolia</i>	15	<i>Z. latifolia</i>	15	<i>Z. latifolia</i>	15	<i>Z. latifolia</i>	15
<i>T. orientalis</i>	10	<i>T. orientalis</i>	10	<i>T. orientalis</i>	12	<i>T. orientalis</i>	15
<i>P. thunbergii</i>	10	<i>P. thunbergii</i>	10	<i>P. thunbergii</i>	11	<i>P. thunbergii</i>	10
<i>S. koreensis</i>	7	<i>S. koreensis</i>	5	<i>S. koreensis</i>	5	<i>S. koreensis</i>	5
Others	23	Others	20	Others	17	Others	15

연차의 진행에 따라 화분과식물인 억새의 발생이 늘어난 것이 특기할 만한 것이었고, 2년 휴경밭에서 발생했던 노랑물봉선, 새팔 등의 일년생 식물은 6년 휴경밭에서는 발생하지 않았다. 6년 휴경한 밭에서 우점한 칩의 경우 실제 비농경지에서 많이 발생하는 초종으로 번식력이 강하고 방제가 곤란하여 문제가 되는 초종으로 휴경지의 재경작에 있어서 걸림돌이 될 것으로 보여진다. 2년 휴경한 밭과 6년 휴경한 밭에서 피복도가 높은 상위 두 초종의 피복도의 합은 6년 휴경한 밭에서 그 정도가 높아 휴경 연수가 길어질수록 보다 단순 균락화하는 경향을 보임을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 여러 보고^{5,7)}에서처럼 일년생의 발생 감소에 따라 상대적으로 다년생 위주로 단순 균락화한 결과로 보여진다. 묵밭의 식생에 대한 송²⁰⁾의 연구에서 우점종은 *Erigeron* spp.이 대표적인 것으로 보고되었는데, 본 연구에서는 국립공원 지역의 묵밭에서 개망초의 발생이 많았으나 도시 인근지역의 경우는 이들 종이 우점화하지는 않았다. 이러한 결과는 도시 인근 묵밭의 경우 휴경 연수가 비교적 오래되어 *Erigeron* spp.의 우점화 단계가 경

과되었기 때문인 것으로 보여진다.

논을 휴경하여 밭상태로 유지시킨 건밭 상태 묵논의 식생 특성은 Table 4와 5에 나와있다. 휴경 연수가 2년인 휴경한 논에서 발생한 초종은 Table 4에서처럼 대부분이 밭잡초이다. 이러한 결과는 논을 밭상태로 휴경할 경우 잡초 발생은 논잡초보다는 밭잡초종이 우점한다는 Kang과 Shim¹⁾의 보고와 일치하는 결과이다. 이 중 8월부터 가장 우점한 들깨풀과 돼지풀은 일반 경작지보다는 비농경지에 발생이 많은 일년생 초종들이다. 이 밖에도 우점한 강아지풀, 미국가막사리 등도 작물이 재배되는 농경지보다는 도로나 휴경지 등과 같이 비농경지에 발생이 많은 식물종이다. 이러한 결과는 논을 휴경할 경우 초기에 발생하는 일년생 초종의 경우도 논잡초와 같은 습생이나 수생이 아니며 토양내 종자 은행(seed bank)에 들어 있던 일년생 건생 밭잡초 종자들이 휴경과 더불어 물로 포화된 토양 조건이 변화함에 따라 발생이 많아졌기 때문이다. 2년 휴경한 건밭에서 종 분포는 Table 5의 7년간 휴경한 건밭에 비해 다양한 종이 발생하였으며 특정 종들에 의해 우점화

Table 6. Seasonal changes in the abundance of dominant species on fallowed (6 year) field located in mountainous regions

Late-May		Mid-Jul.		Late-Aug.		Sep. to Oct.	
Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)
<i>A. princeps</i>	40	<i>P. thunbergiana</i>	60	<i>P. thunbergiana</i>	70	<i>P. thunbergiana</i>	70
<i>P. thunbergiana</i>	30	<i>A. princeps</i>	15	<i>M. sinensis</i>	11	<i>M. sinensis</i>	12
<i>E. annuus</i>	5	<i>E. annuus</i>	7	<i>G. soja</i>	6	<i>G. soja</i>	6
<i>R. acetosa</i>	5	<i>G. soja</i>	5	<i>A. princeps</i>	5	<i>A. princeps</i>	5
<i>R. crispus</i>	2	<i>M. sinensis</i>	5	<i>P. nipponensis</i>	2	<i>O. odorata</i>	2
Others	18	Others	8	Others	6	Others	5

Table 7. Seasonal changes in the abundance of dominant plants on fallowed (3 years) wet fields located near urban regions

Mid-Jun		Mid-Jul.		Late-Aug.		Mid-Sep.	
Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)	Species	Cover (%)
<i>A. aequalis</i>	10	<i>A. artemisiifoli</i>	10	<i>M. punctulata</i>	20	<i>M. punctulata</i>	30
<i>A. artemisiifoli</i>	10	<i>M. punctulata</i>	10	<i>A. artemisiifoli</i>	15	<i>A. artemisiifoli</i>	20
<i>E. annuus</i>	10	<i>B. frondosa</i>	10	<i>S. viridis</i>	15	<i>S. viridis</i>	10
<i>B. frondosa</i>	5	<i>S. viridis</i>	5	<i>B. frondosa</i>	10	<i>B. frondosa</i>	10
<i>P. bisulcatum</i>	6	<i>P. bisulcatum</i>	5	<i>P. bisulcatum</i>	5	<i>P. bisulcatum</i>	5
Others	60	Others	60	Others	35	Others	25

되는 정도가 휴경 연차가 늘어남에 따라 커지는 결과는 나타냈다. 휴경 기간이 7년된 건답의 경우 Table 5에서처럼 우점한 초종은 일반 농경지에서는 거의 발생하지 않는 화분과의 역새, 쇠치기풀과 국화과 귀화식물인 미국쑥부쟁이 등의 다년생 식물과 짚레나무, 줄참나무 등의 목본으로서 7년을 건답상태로 휴경함에 따라 비교적 자연생태계에 가까운 식생으로 천이되고 있음을 보여주고 있다. 이중 우점하는 상위 3가지 종의 피복도의 합이 80% 정도로 이들 세 가지 초종에 의해 단순 군락화되는 특성을 보이고 있다. 목본인 짚레나무와 줄참나무는 발생이 시작된 연수가 짧아 각 개체의 크기가 작아 피복도가 5% 미만으로 낮았으나 천이가 계속 진행됨에 따라 개체당 생물량이 큰 목본 식물의 발생이 늘어나 자연 생태계와 같이 이들 목본 식물의 우점도가 지속적으로 증가할 것으로 사료된다. 건생 식물인 역새는 3년 휴경한 건답에서는 발생하지 않았던 초종으로 Table 3에서처럼 휴경이 진행된 밭에서 발생이 늘어나기 시작하여 우점화하였다. Table 3의 목밭은 지리적으로 산기슭의 비탈지에 위치한 밭으로 이러한 지역은 지형적인 특성으로 칩의 발생이 많으나 Table 5의 건답은 평지에 위치한 지형적 특성으로 인하여 칩의 발생은 확인되지 않았다. 다년생 식물인 미국쑥부쟁이는 도로변을 중심으로 발생이 늘어나는 귀화식물로서 국립공원내에 위치한 목밭 (Table 2, Table 3)에서는 발생하지 않았으나 인간 활동의 영향이 상대적으로 큰 경기도 남양주시에 위치한 목밭에서는 많이 발생하여 초본식물중에서 두 번째로 높은 피복도를 나타내었다. 이 지역은 휴경 연차가 7년으로 천이가 계속 진행중이므로 이 지역에 발생한 목본인 줄참나무 등의 우점화가 진행될 경우 자연생태계의 특성을 보이는 조사 지역 주변의 식생 구성을 나타낼 것으로 보여진다. 목본 식물 중 개척종으

로 나타나는 *Salix* 속 식물의 발생은 확인되지 않았는데, 이것은 토양 수분이 적은 건답 상태이므로 버드나무속 식물의 발생에 적합하지 않았기 때문으로 보여진다.

습한 토양 상태로 휴경이 오래 진행된 목논의 결과는 Table 6과 Table 7에 나타나 있다. 7년간 습한 토양 상태로 휴경된 지역의 식생은 Table 6에서 보는 바와 같이 갈대, 부들, 고마리 와 같이 수생식물의 우점이 뚜렷이 확인되었으며, 비교적 습한 토양을 좋아하는 미국가막사리의 발생도 비교적 많았다. 그러나 건생식물인 일년생 돌콩의 발생도 비교적 많아 이 지역의 식생은 다년생으로의 천이 정도가 7년간 건답상태로 휴경한 지역 (Table 5) 보다도 낮게 나타났다. 이러한 결과는 밭의 경우 논보다 다양한 잡초종이 발생한다는 보고¹⁹⁾를 고려할 때 습한 토양보다 수분이 적은 토양이 식생의 다양화 정도가 높아 다년생으로의 천이가 늦게 일어났기 때문인 것으로 보여진다. 6월에 고마리가 우점한 것은 수생 잡초 중 가장 일찍 발생하는 초종에 속하는 고마리의 특성상 봄에 다른 초종에 비해 먼저 초관을 형성하여 경합에서 우위를 보여 상대 피복도가 높게 나타났기 때문이다. 다년생 식물인 미나리의 경우도 다른 식물에 비해 생육기가 다소 빨라 7월 이후에는 피복도가 크게 낮아졌고 반대로 한여름에 생육이 왕성한 돌콩의 경우 9월까지 지속적으로 피복도가 높아지는 결과를 나타냈다. 생태적 특성이 비슷한 부들과 갈대는 계절에 따른 피복도도 서로 같은 정도를 나타냈다. 이러한 결과는 갈대와 부들이 자연 상태에서도 한 종으로 우점화되지 않고 같이 혼생하는 경우가 관찰되므로 Connell과 Slayter⁶⁾이 제안한 천이에 있어서 억제나 촉진 모델이 이 시기까지는 이 두 종 간에는 약하게 작용하는 것으로 보여진다. 그러나 휴경이 계속 진행된 습답에서는 Table 7에 나와있는 것처럼 갈대가 부

들보다 우점화하고 부들의 피복도는 낮아져 갈대가 가장 우점하게 되었다. 갈대의에도 화본과 다년생 식물인 줄의 우점화도 확인되었다. 특히 갈대의 경우는 7년간 휴경한 습답에서 보다 피복도가 더 높아지는 결과를 보였다. 11년간 휴경한 습답은 10% 정도의 피복도를 보인 고마리를 제외하고는 식생이 모두 다년생으로 구성되어 7년에 비해 천이가 많이 진행되었음을 확인할 수 있었다. 휴경이 11년간 진행된 포장은 7년 진행된 포장에서 거의 발생하지 않은 목본인 버드나무의 발생이 확인되어 전형적인 습한 토양에서의 천이 양상을 나타내었다.

천이의 척도로 이용되는 다년생으로의 천이 정도는 Fig 1 과 같이 토양의 수분 상태에 관계없이 휴경 연수가 증가함에 따라 다년생의 비율이 높아지는 경향을 나타내었다. 그러나 앞서 언급한 것처럼 A와 C의 7년 휴경된 목밭과 습답을 비교할 때 건답 조건이 습답 조건에 비해 더욱 일찍 다년생으로의 천이가 진행된 결과를 보였다. 이것은 토양 수분이 포화 상태인 습답 조건이 천이에 있어서 강한 억제 요인으로 작용한 것으로 보여진다. 또한 논을 건답 상태로 휴경한 B의 경우

습답으로 휴경한 포장(C)에 비해 휴경된 목밭(A)과 유사한 천이 정도를 나타내었다. 휴경지에서 천이 정도가 토양 조건에 따라 각기 다르게 나타난 원인이 천이의 '억제 모델'과 '촉진 모델'⁶⁾에서 제기된 것과 같이 후발종에 대한 초기 개척종의 영향은 토양 조건에 따라 그 영향이 달라질 수 있다는 것을 보여준다고 볼 수 있다.

요 약

휴경지의 식생 특성을 목밭과 목논과 같이 토양의 수분 상태가 다른 조건과 휴경 연차에 따라 조사하였다. 같은 목논이라도 습한 상태로 휴경한 경우와 건조한 상태로 휴경한 경우 식생의 차이가 컸으며, 건조한 상태에서 다년생으로의 천이가 빠르게 일어났다. 천이 단계는 휴경 기간보다 휴경지의 토양 조건에 더욱 큰 영향을 받았다. 목밭의 경우 휴경 2년차에 우점하였던 돌콩, 칩, 쭉, 새팻, 노랑물봉선 등은 휴경이 6년간 진전된 경우 칩, 억새, 돌콩, 쭉 등의 순으로 우점도가 변하였다. 논을 건답상태로 휴경한 경우 3년차에는 들깨풀, 돼지풀, 강아지풀 등이 주요 우점 초종이었으나 7년차에는 억새, 미국쭉부쟁이, 쇠치기풀 등이 우점하여 다년생으로 천이 되었다. 논을 습답 조건으로 휴경한 경우 수생 잡초가 우점하였다. 7년차에는 갈대, 돌콩, 부들, 고마리가 우점하였으나, 11년차에는 갈대, 줄, 고마리, 부들이 우점하는 초종이었다. 휴경지의 식물종 다양성은 건조한 토양 조건보다 다소 습한 조건의 토양에서 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 OCED project의 지원에 의해 수행된 연구 결과로 지원에 감사드립니다.

참고 문헌

1. Kang, B. H. and Shim, S. I. (1997) Effects of edaphic conditions and fallowed periods on vegetation of fallowed fields located in suburban region. *Research Report of the College of Natural Resources* 37, 1-22.
2. Corbert, S. A. (1995) Insect, plants and succession: advantages of long term set-aside, *Agric. Ecosystems Environ.* 53, 201-217.
3. Hansson, M. and Hagelfors, H. (1998) Management of permanent set-aside on arable land in Sweden, *J. Appl. Ecol.* 35, 758-771.
4. Kosola, K. R. and Gross, K. L. (1999) Resource competition and suppression of plants colonizing early successional old fields, *Oecologia* 118, 69-75.
5. Wilcox, A. (1998) Early plant succession on former

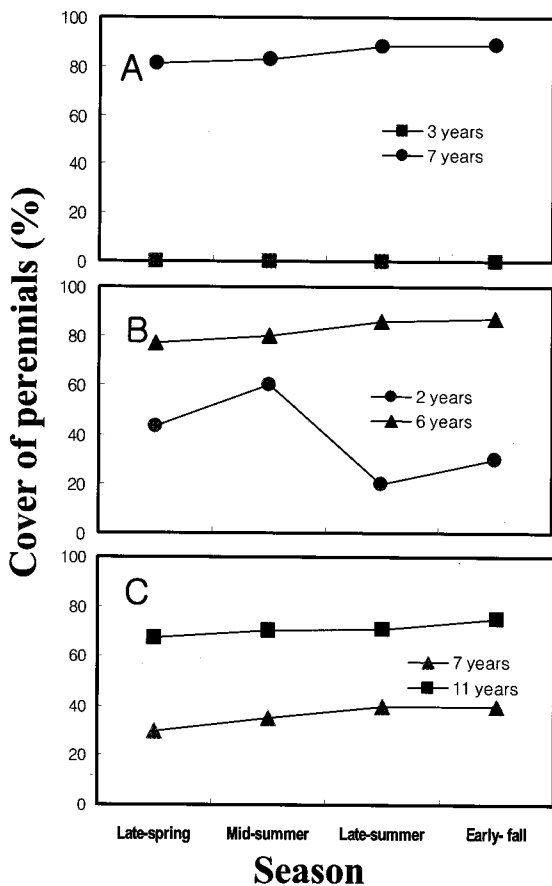


Fig. 1. Changes of vegetational composition among the fallow-periods and soil types. The values of percent cover mean the averaged vegetational cover of perennials observed in quadrats. A, dry paddy fields; B, dry upland fields; C, wet paddy fields.

- arable land, *Agric. Ecosystems Environ.* 69, 143-157.
6. Connell, J. H. and Slayter, R. O. (1977) Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization, *Am. Nat.* 111, 1119-1144.
 7. Brown V. K. B. and Gange, A. C. (1989) Differential effects of above- and below ground insect herbivory during early succession, *Oikos* 54, 67-76.
 8. Huberty, L. E., Gross, K. L. and Miller, C. J. (1998) Effects of nitrogen addition on successional dynamics and species diversity in Michigan old-fields, *J. Ecol.* 86, 794-803.
 9. Steffan-Dewenter, I. and Tschamtkke, T. (1997) Early succession of butterfly and plant communities on set-aside fields, *Oecologia* 109, 294-302.
 10. Carson, W. P. and Barrett, G. W. (1988) Succession in old-field plant communities: effects of contrasting types of nutrient enrichment, *Ecology* 69, 984-994
 11. Van der Putten, W. H., Mortimer, S. R., Hedlund, K., Van Dijk, C., Brown, V. K., Lepš, J., Rodriguez-Barrueco, C., Roy, J., Diaz Len, T. A., Gormsen, D., Korthals, G. W., Lavorel, S., Santa Regina, I. and Smilauer, P. (2000) Plant species diversity as a driver of early succession in abandoned fields: a multi-site approach, *Oecologia* 124, 91-99.
 12. Na, Y. E., Rho, K. A., Lee, S. B., Han, M. S. and Park, M. E. (1996) Changes in soil chemical properties and vegetation succession in abandoned paddy ecosystem, *J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert.* 29, 199-206.
 13. Han, S. U., Chung, G. C., Chon, S. U., Lee, H. J. and Guh, J. O. (1998) Changes of physio-chemical soil properties, major soil nutrient contents, and weed vegetation in paddy fields during fallow period, *Korean J. Environ. Agric.* 17, 211-214.
 14. Song, J. S. (1977) A Phytosociological study on the weed communities in the cultivated and abandoned fields of Korea, *Kor. J. Ecol.* 20, 191-200.
 15. Lee, T. B. (1982) Illustrated flora of Korea, Hyangmonsang, Seoul, p.990.
 16. Park, S. H. (1995) Colored illustrations of naturalized plants of Korea. Ilchokak, Seoul, p.371.
 17. Ko, K. S. (1993) An observation of Korean wild plants in color, Woosungmunhwasa, Seoul, p.511.
 18. Kang, B. H. and Shim, S. I. (1995) Problem weeds in Korea, *Natural Resources and Environmental Research* 3, 1-22.
 19. Kang, B. H. (1998) Weeds and exotic weeds occurred in rural and urban regions, *Kor. J. Weed Sci.* 19, 34-69.
 20. Kang, B. H., Shim, S. I., Kim, C. S. and Rho, Y. D. (2001) The feature of weed occurrence in Korea, *Kor. J. Weed Sci.* 21, 83-98.
-