

## 논경작지 식생의 군락분류 및 군락생태학적 연구

김 종 원 · 남 화 경  
계명대학교 생물학과

### Syntaxonomical and Synecological Characteristics of Rice Field Vegetation

Kim, Jong-Won and Hwa-Kyung Nam

Department of Biology, Keimyung University, Taegu 704-701, Korea

#### ABSTRACT

The weed vegetation of the rice fields in South Korea was researched in terms of syntaxonomy and synecology. Total 186 relevés were analyzed by the Zürich-Montpellier school's method. 10 syntaxa were recognized: *Stellario-Alopecuretum amurensis* ass. nov. *hoc loco*, *Alopecuro-Ranunculetum scelerati* Miyawaki et Okuda 1972, *Hemistepeto-Capsellietum bursa-pastoriae* ass. nov. *hoc loco*, *Oryza sativa-Echinochloa crusgalli* community, *Sagittario-Monochorietum plantaginea* Miyawaki 1960, *Cyperus iria* community, *Hyperico-Juncetum decipiens* ass. nov. *hoc loco*, *Spirodela-Lemna paucicostata* community, *Lemno-Salvinetum natans* Miyawaki et J. Tüxen 1960. The *Oryzo-Echinochloion oryzoides* Bolos et Masclans 1955 and the *Alopecurion amurensis* Miyawaki et Okuda 1972 are representative of the summer annual plant community and the winter annual plant community. It was emphasized that syntaxonomical and synecological study on the ruderal and segetal weed vegetation in Korea should be accomplished in consideration of bioclimatic condition of summer monsoon climate of Korean Peninsula.

*Key words* : Bidentetea, Korea, Monsoon climate, Orizetea, Rice fields, Weed community.

#### 서 론

우리 나라의 충적저지에 조성되어 있는 논은 연결경관 (Network landscape *sensu* Zonneveld and Forman 1990)으로 농촌생태계를 구성하는 대표적인 벼 (red rice: *Oryza sativa* L.) 경작지로서 식량자원 생산뿐만 아니라 생태적, 경제적, 문화적, 수리적 기능 및 수질정화와 기후조절 등 습지의 기능을 수행한다 (Spelleberg 1992, 김 1993a, Kleinhenz *et al.* 1996). 이러한 논은 습지식물종 및 호습성 경작지식물종 (hydrophilous se-

getal plants)에 대한 주위 서식공간으로 독특한 식생구조를 나타내고 있다. 논식생은 경작지의 지리적 위치에 따른 대기후적 차이와 계절적 변화, 토양 속성에 따른 서식처의 물리화학적 특성, 그리고 인간 간섭 (수량 조절, 시비, 농약 살포, 제초, 예취 등)의 방식에 따라 그 종조성이 매우 다양한 것으로 알려져 있다 (宮脇 1967). 특히 논경작지에서의 잡초 식물종 (Donald and Eastin 1995)은 주기적인 수량조절과 농약 살포에 따라 독특한 종조성의 식물군락이 발달한다.

경작논의 식생은 벼와 경쟁 관계에 있는 잡초의 생리 생태학적 연구 (박 1985, 김 1993b) 및 제초제 처리에

\* 본 논문은 1996년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

다른 논잡초의 종조성적 계절 변동에 관한 연구 (유 1973)와 같이 농업생산적 연구의 주요 대상이었다. 또한 휴경작의 묵논 식생은 이차 천이에 관한 주요 연구 주제로 이용되었다 (Lavorel and Lebreton 1992, Tatoni and Roche 1994, Donfack *et al.* 1995, Omacini *et al.* 1995). 한편, 논식생의 종조성에 따른 군락분류학적 연구는 이탈리아 중남부의 Piedimonte 지방으로부터 알방동사니-벼군집 (*Oryzeto-Cyperetum difformis* Koch 1954), 지중해 지역에서의 돌피-알방동사니군락 (*Cypero-Echinochloetalia oryzoidis* Bolos *et* Masclans 1955) 및 돌피-벼군단 (*Oryzo-Echinochloion oryzoidis* Bolos *et* Masclans 1955)의 기재로부터 시작되었으며, 일본에서의 그 최상급 단위인 벼군강 (*Oryzetea sativae* Miyawaki 1960)이 기재됨으로써 논식생에 대한 기본적인 식생분류체계 (syntaxonomical hierarchy)가 확립되었다. 일본열도의 논식생은 4개의 군강 (class)에 귀속되는 14개 군집, 1개 군락으로 구성되어 있다 (奥田 1984, 1985, 1986, 1987, 1990, 宮脇·奥田 1990). 북한지역의 논식생에 대한 식물군락의 기재는 북한과의 정기적 학술교류의 일환으로 동구의 식물사회화학자들에 의해 이루어진 바가 있으며, 북한 내의 4개 지역으로부터 물닭개비-보풀군집 (*Sagittario-Monochorietum plantaginea* Miyawaki 1960)에 귀속되는 3개의 아군집이 보고되었으며, 아울러 일본과의 비교 분석이 이루어져 있다 (Kolbeck *et al.* 1996). 우리 나라에서는 경기도 일대의 휴경작 및 경작 논외의 초본식생에 대한 군락분류학적 연구를 통해 벼군락, 골풀-미나리군락, 물옥잠-보풀군락, 벼-좁개구리밥군락, 골풀-고마리군락 등이 보고되어 있다 (김 등 1993, 김 등 1996).

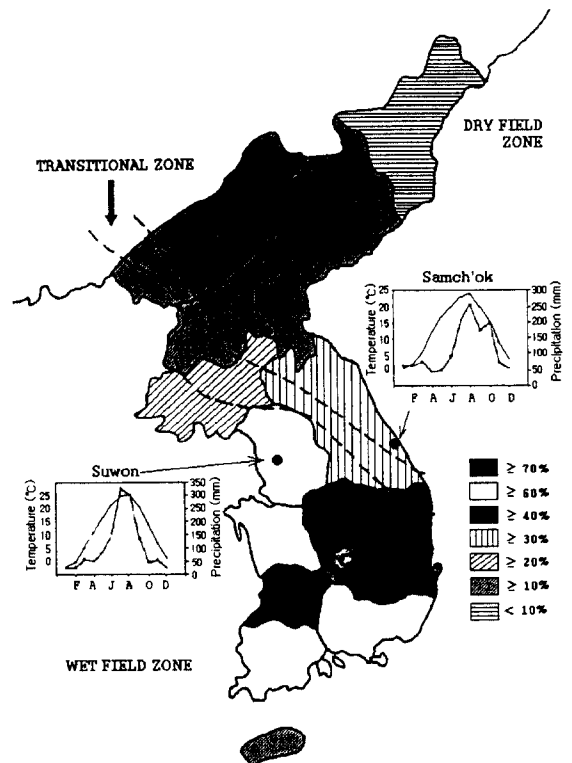
저습지의 한 형태로 고려되는 논에 대한 식생학적 연구는 인공적이면서 매우 주기적인 수리조절 (물대기와 물빼기)에 따른 논식생의 종조성적 상이한 식물군락의 발달이 예측된다. 본 논문에서는 논에서 생육 발달하고 있는 식물종 및 식생형에 대하여 모내기 이전의 춘계형 식생구조와 모내기 이후의 벼 우점에 따른 하계형 식생구조에 따른 식생유형 구분과 벼농사를 중지한 휴경작논의 식생구조에 대한 종조성적 차별성과 동질성을 비교·분석하였다.

### 재료 및 방법

논경작지의 분포는 산지형과 충적평야형의 지형적 분포양식에 따라 크게 두 가지로 구분할 수 있으며, 이들

논은 높은 지하수위와 점토에 의한 투수성 및 통기성이 불량한 공통된 토지적 환경조건을 내포하고 있다. 논경작지의 수직적 및 수평적 분포는 연평균 온도 10℃ 이상의 지역에 집중적으로 분포하며, 지리적으로 한반도 남동 지역에 집중되어 있다 (Fig. 1).

논에서의 벼농사는 6월 초의 논물대기, 경운, 그리고 모내기에 의해 시작되고, 모내기 직후의 6월 하순 장마와 여름의 생육기간을 거쳐 9월의 논물빼기 그리고 10월 초의 벼수확이라는 일련의 경작과정을 거치게 된다. 본 연구는 이러한 논경작지에 대하여 군락분류학적 연구를 수행하였다. 벼경작지에 대한 현장 식생조사는 논경작 과정의 계절성을 고려하여 1995년 5월에서 1997년 8월까지 우리 나라 전역에 대하여 Zürich-Montpellier (Z.-M.) 학파의 방법 (Braun-Blanquet 1964)을 따랐다. 식생조사구는 동질의 환경조건과 종조성을 나타내는 전형적인 논식생이 발달한 곳을 선정하였다.



**Fig. 1.** Climate and distribution pattern of rice fields in Korean Peninsula (slightly modified from Lee, 1990). Legends show the percentage cover degree of rice field in each province. A big difference of climate pattern between westward and eastward in Korean Peninsula is recognized from temperature and precipitation during winter season.

조사구 내의 식물종은 9계급의 종합우점도 (combined cover degree; 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)로써 표현하였다 (van der Maarel 1979). 식생고는 초본층의 높이에 따라 초본 1층과 초본 2층으로 구별하여 측정하였다. 조사구의 면적은 식생형에 따른 종급원 (species pool)의 차이를 고려하여 서로 다르게 적용되었다 (Kim *et al.* 1995). 획득된 식생 자료를 이용한 식생단위의 추출은 전통적인 분류방법 (Becking 1957)에 의한 일련의 표조작 기법에 의하여 이루어졌다. 분류된 식생단위는 식물종의 백분율 상대순기여도 (rNCD-relative Net Contribution Degree; Kim and Manyko 1994)를 토대로 한 종합상재도표에 의해 식생단위의 검토가 이루어졌다. 이 과정에서 군락분류 및 비교분석을 용이하게 하는 컴퓨터프로그램, [SYNOPT1] (Hauser, unpublished), [SYNTAX51] (Podani 1993)을 이용하였다 (김 등 1997). 본 연구는 군락분류학의 목적에 따라 식생단위에 대한 국제명명규약을 따랐으며 (Barkman *et al.* 1986), 식물종명은 이 (1996)에 따랐다.

## 결 과

우리 나라의 벼경작지 식생은 3개 군강에 귀속되는 각각의 군단과 1개의 미결정-상급단위, 6개의 군집, 그리고 4개의 군락이 구별되었다.

### 춘계형 논식생(Spring vegetation in the rice field)

#### 1. 독새풀군단 (휴경작논 호질소성 1년생 초본식생) (*Alopecurion amurensis* Miyawaki *et* Okuda 1972)

독새풀군단은 모내기 전까지 휴경작 상태에서 발달하는 춘계형 논외 전형적인 식생형으로 일년생 호질소성 초본식물군락이다. 본 군단은 표징종인 독새풀의 우점과 벼룩나물의 높은 기여도에 의해 특징지어진다. 독새풀군단은 전형군집인 독새풀-벼룩나물군집과 개구리자리-독새풀군집, 그리고 냉이-지칭개군집을 포함하고 있다 (Table 1).

독새풀군단은 북으로는 중국동북부 지방의 저지대로부터 남으로는 일본열도 전역에 이르기까지 지리적으로 광범위한 지역에 걸쳐 동북아 온대몬순 지역의 모내기 이전의 논 습지에서 생육·발달한다. 그러나, 우리 나라에서는 중남부 지방에 집중적으로 관찰되며, 일본보다 고위도 지역에 발달하는 우리 나라의 독새풀군단은 상

대적으로 그 종조성이 빈약하다. 독새풀군단은 Miyawaki와 Okuda (1972)의 원기재에서 가막사리군목 (*Bidentetalia tripartitae* R. Tx. *et al.* in R. Tx. 1950), 가막사리군강 (*Bidentetia tripartitae* Tx. *et al.* in R. Tx. 1950)에 귀속되며, 유수면 가장자리에서 발달하는 1년생 초본식생으로 기재되어 있다. 그러나 본 연구에서 획득된 우리 나라의 독새풀군단은 가막사리 (*Bidens tripartita*)의 출현이 매우 빈약하면서도 모내기 이전의 토지적 환경 조건에 기인하여 가막사리군강에 속하는 다수의 호질소성의 잡초가 혼생하는 것이 특징적이다. 가막사리의 낮은 기여도는 일본과 달리 우리 나라 논 경작지의 동절기 토지조건의 한랭건조에 기인하는 것으로 판단된다. 독새풀군단의 지리적 분포범위는 삼립식생의 줄참나무-작살나무아군단의 지리적 분포 범위와 일치한다 (Kim 1990).

#### 1) 독새풀-벼룩나물군집 (신칭)

(*Stellario-Alopecuretum amurensis* ass. nov. hoc loco)

Type : Running No. 1 in Table 2 (*holotypus*)

독새풀-벼룩나물군집은 독새풀과 벼룩나물에 의하여 구분되며, 봄논의 모내기 직전까지 논바닥의 독새풀 우점 식생 경관이 특징적이다. 본 군집은 독새풀군단의 전형 군집 (typicum association)으로써 일본의 털개구리미나리-벼룩나물군집 (*Stellario-Ranunculetum cantoniensis* Miyawaki *et* Okuda 1972)의 대응군락이다.

독새풀-벼룩나물군집은 초본 단층 구조로써 독새풀이 100% 우점하고 있어 출현종수가 상대적으로 빈약하다 (8종/조사구). 본 군집은 벼가 경작되는 하절기에는 물담개비-보풀군집으로 대체되며, 우리 나라 춘절기의 논바닥에 발달하는 대표적인 휴경작논 잡초군락이다. 독새풀은 토양의 적절한 수분 및 잔류 질소성분 구배에 의해 耕耘 전인 5월의 논바닥에서 일체히 개화하고 우점하는 벼과 식물종이다. 독새풀의 종자는 인간 또는 동물과의 접촉을 통해 산포·번식하기에 유리한 전략을 가지고 있으며, 耕耘시 토양 내로 이입되는 비료식물이다.

#### 2) 개구리자리-독새풀군집

(*Alopecuro-Ranunculetum scelerati* Miyawaki *et* Okuda 1972)

개구리자리-독새풀군집은 독새풀군단에 소속되는 식물군락 가운데 적습 또는 과습한 입지에서 출현하는 식생형으로 개구리자리, 애기비녀골풀, 개피 등으로 구분된

Table 1. Synthesized table of the rice field vegetation in South Korea. Synoptic values of species performance in the table are the relative net contribution degree (rNCD)

Running No. (Vegetation units)	A		B			C			D	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Number of relev	4	3	31	16	88	19	20	5	92	9
Mean number of species per relev	8	12	16	8	12	15	12	11	2	3
<b>Alopecuro-Ranunculetum sclerati</b>										
<i>Ranunculus scleratus</i> (c)		60	1					4		
<i>Beckmannia syzigachne</i> (d)		18	1					4		
<i>Juncus bufonius</i> (d)		35								
<b>Hemistepo-Capselletum bursa-pastoriae</b>										
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (d)		8	42							
<i>Hemistepia lyrata</i> (c)			14							
<i>Trigonotis peduncularis</i> (d)			36		1	2				
<b>Alopecurion amurenensis</b>										
<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurenensis</i> (c)	100	100	100		1	1	1			
<i>Stellaria alata</i> var. <i>undulata</i> (c)			44	1	1	7	6			
<b>Sagittario-Monochorietum plantaginea</b>										
<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i> (c)					14		1			
<i>Sagittaria aginashi</i> (c)					17	1	6			
<b>Cyperus iria community</b>										
<i>Cyperus iria</i>				1	1	100	1			
<i>Digitaria ciliaris</i>	2		1		1	90				
<i>Centipeda minima</i>				1	1	50				
<i>Fimbristylis milicea</i>				1	1	30				
<i>Acalypha australis</i>					1	13				
<i>Cyperus difformis</i>				1	1	12				
<b>Oryzo-Echinochloion oryzoides</b>										
<i>Echinochloa crus galli</i> (c)			1	4	8	55	1			
<i>Eclipta prostrata</i> (c)				6	3	96	1			
<i>Ludwigia prostrata</i> (d)				2	5	58				
<b>Cybero-Echinochloetalia oryzoides &amp; Oryzeta sativae</b>										
<i>Oryza sativa</i> (c)	63	87	26	100	100	16	1			
<b>Hyperico-Juncetum decipiens</b>										
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i> (c)			1				44			
<i>Hypericum japonicum</i> (d)							10			
<i>Persicaria thunbergii</i> (d)			1	1	1	100	13			
<b>Leersia japonica-Typha angustata community</b>										
<i>Leersia japonica</i>			1		1			100		
<i>Typha angustifolia</i>							4	32		
<i>Phragmites communis</i>				1			1	16		
<b>Species group of Bidentes tripartae</b>										
<i>Bidens frondosa</i>			1	1	1	6	16	4		
<i>Bidens tripartita</i>				1	3	10	35	9		
<i>Oenanthe javanica</i>	3	4	1	1	1	1	17	33		
<i>Anemile keisak</i>	23	22	5	2	2	1	64	5		
<i>Rorippa islandica</i>	3	4	24	1	1	37	1	1		
<i>Persicaria longisetia</i>	3	36	5	1	1	1	1			
<b>Lemnon paucicostatae</b>										
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (c)							1	5	11	100
<i>Lemma perpusilla</i> (c)							1	1	100	9
<b>Lemno-Salvinetum natans</b>										
<i>Salvinia natans</i> (c)									1	82
<b>Other species</b>										
<i>Mazus pumilus</i>	2	4	15	1	1	2	1			
<i>Cardamine flexuosa</i>	2	13	14	1	1	4	2			
<i>Artemisia princeps</i>			22	1	1	42	2	4		
<i>Commelina communis</i>			1	1	1	14	1	1		
<i>Arthraxon hispidus</i>			1	1	1	4	11	1		
<i>Erigeron canadensis</i>	13	8	25			4	1			
<i>Persicaria nodosa</i>		8	5		1	1	1			
<i>Erigeron annuus</i>		4	16			1	1			
<i>Setaria viridis</i>			2		1	11	1			
<i>Rorippa indica</i>			1		1	1	1			
<i>Persicaria hydropiper</i>				1	1	1	1			
<i>Rotala indica</i>				1	1	1		2		
<i>Aeschynomene indica</i>			1	1	1	5				
<i>Scirpus juncoides</i>				1	1	1	9			
<i>Potamogeton distinctus</i>				5	2		5			
<i>Echinochloa crusgalli</i> var. <i>caudata</i>				1	3	12	1			
<i>Lindernia procumbens</i>				1	8	16	1			
<i>Lobelia chinensis</i>			1	1	2	11	2			
<i>Ammannia multiflora</i>					1	1	1			
<i>Equisetum arvense</i>			3			3	1			
<i>Amphicarpaea trisperma</i>	2		1				1			
<i>Cyperus orthostachyus</i>					1	1	1			
<i>Cyperus sanguinolentus</i>					1	1	1			
<i>Eragrostis ferruginea</i>			1			6	1			
<i>Lactuca indica</i> var. <i>lacinolata</i>						3	1			
<i>Vigna angularis</i>					1	1	1		5	
<i>Plantago asiatica</i>			3			1	1			
<i>Potentilla supina</i>					1	1	1			
<i>Trifolium repens</i>			5			1	1			
<i>Blyxauberit</i>				1	1			1		
<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanensis</i>		8	1					2		
<b>Accidental species</b> (The parenthesis values are vegetation units and rNCD value): <i>Androsace filiformis</i> (II-8), <i>Cardamine flexuosa</i> var. <i>fallax</i> (II-8), <i>Cardamine leucantha</i> (III-1, II-8), <i>Chenopodium album</i> (I-2), <i>Chenopodium album</i> var. <i>caerulescens</i> (II-1, VI-1), <i>Chenopodium serotinum</i> (III-32, VI-1), <i>Cyperus microthrix</i> (VI-1, V-1), <i>Cyperus nipponicus</i> (VI-3, V-1), <i>Draba nemorosa</i> var. <i>hebecarpa</i> (III-5), <i>Dunbaria villosa</i> (VI-2, VI-1), <i>Eleocharis congesta</i> (V-1, VI-2), <i>Epilobium palustre</i> var. <i>lanudulifolium</i> (VI-2), <i>Epilobium pyrrhicholophum</i> (IV-1, VI-1), <i>Eupatorium indyjanum</i> (VI-4), <i>Fimbristylis dichotoma</i> (VI-1, VI-2), <i>Fimbristylis squarrosa</i> (VI-1, V-1), <i>Gnaphalium affine</i> (III-1, II-4), <i>Hieracium umbellatum</i> (VI-1, VI-1), <i>Hypericum luxum</i> (VI-4), <i>Iseris dentata</i> (III-8), <i>Juncus keshchenau</i> (VI-6), <i>Juncus papillosus</i> (VI-2), <i>Kummerowia stipulacea</i> (VI-2), <i>Kummerowia striata</i> (VI-1, VI-1), <i>Kyllinga brevifolia</i> var. <i>leiolepis</i> (V-1, VI-1), <i>Lactuca indica</i> var. <i>lacinolata</i> for. <i>indivisa</i> (III-10), <i>Lindernia micrantha</i> (VI-1, VI-1), <i>Lycopus ramosissimus</i> (V-1, VI-1), <i>Microstegium vimineum</i> (VI-3, VI-2), <i>Persicaria lapathifolium</i> var. <i>salicifolia</i> (III-1, II-4), <i>Persicaria nipponensis</i> (V-1, VI-2), <i>Persicaria seboldii</i> (V-1, VI-1), <i>Polygonum fugax</i> (VI-2), <i>Polygonum aviculare</i> (III-26, VI-1), <i>Portulaca oleracea</i> (VI-1, V-1), <i>Potentilla amurenensis</i> (III-13), <i>Rorippa cantoniensis</i> (III-5), <i>Rotala mexicana</i> (VI-1, V-1), <i>Sacciolepis indica</i> (IV-1, VI-1), <i>Sagittaria pygmaea</i> (V-1, VI-4), <i>Salix nipponica</i> (VI-6, VI-8), <i>Setaria glauca</i> (VI-3), <i>Stellaria aquatica</i> (I-2, III-1), <i>Stellaria media</i> (I-2, III-3), <i>Themeda trirandra</i> var. <i>japonica</i> (VI-3), <i>Trigonotis coreana</i> (III-1, II-4), <i>Typha orientalis</i> (VI-8), <i>Youngia japonica</i> (I-2, III-1).										
<b>Species with a low occurrence value (rNCD = 1) in one unit:</b> Running No. 3: <i>Descurainia sophia</i> , <i>Hordeum vulgare</i> var. <i>hexastichon</i> , <i>Carex leiophylla</i> , <i>Carex neurocarpa</i> , <i>Calystegia japonica</i> , <i>Calystegia hederacea</i> , <i>Poa pratensis</i> , <i>Sonchus asper</i> , <i>Zoysia japonica</i> , <i>Polygonum orientale</i> , <i>Persicaria vulgaris</i> , <i>Youngia sonchifolia</i> , <i>Salvia plebeia</i> , <i>Agropyron ciliare</i> , <i>Ambrosia artemisiifolia</i> var. <i>elatior</i> , <i>Bromus tectorum</i> , <i>Callitriche verna</i> , <i>Leptochloa chinensis</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Vicia amoena</i> , <i>Viola mandshurica</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Taraxacum laevigatum</i> , <i>Pinellia ternata</i> , <i>Poa annua</i> , <i>Poa spondyliodes</i> , <i>Bromus unioloides</i> , <i>Oxalis corniculata</i> , <i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Androsace umbellata</i> , <i>Arenaria sepyllifolia</i> , <i>Carex thunbergii</i> var. <i>appendiculata</i> , <i>Lamium amplexicaule</i> , <i>Iseris chinensis</i> var. <i>strigosa</i> , <i>Lactuca scariola</i> , <i>Trapa pseudo-incisa</i> , <i>Rotala leptopetala</i> var. <i>litorea</i> , <i>Poa hisuachi</i> , <i>Persicaria erecta-nitor</i> var. <i>korensis</i> , <i>Mimulus nepalensis</i> var. <i>japonica</i> , <i>Monochoria karakawa</i> , <i>Motia punctilata</i> , <i>Najas minor</i> , <i>Oreelia alismoides</i> , <i>Achyranthes japonica</i> , <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>Cyperus serotinus</i> , <i>Cyperus amuricus</i> , <i>Elatine trirandra</i> , <i>Eleocharis acicularis</i> for. <i>longiseta</i> , <i>Epilobium cephalostigma</i> , <i>Eriocaulon robustus</i> , <i>Geranium nepalense</i> ssp. <i>thunbergii</i> , <i>Isachne globosa</i> , <i>Setaria scilloides</i> , <i>Phyllanthus usuriensis</i> , <i>Persicaria lapathifolia</i> , <i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i> , <i>Paspalum thunbergii</i> , <i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> , <i>Cyperus glomeratus</i> , <i>Diancorea baltica</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Leptodezma cuneata</i> , <i>Potentilla fragaroides</i> var. <i>major</i> , <i>4: Amaranthus mangostanus</i> , <i>Lindernia crustacea</i> , <i>7: Salix purpurea</i> var. <i>japonica</i> , <i>Tridacnum japonicum</i> , <i>Salix purpurea</i> var. <i>multinervis</i> , <i>Salix gracilistyla</i> , <i>Scirpus wicheruae</i> , <i>Cyperus tenuiflorus</i> , <i>Scutellaria dependens</i> , <i>Penhorum chinense</i> , <i>Adenophora palustris</i> , <i>Eleocharis wicheruae</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Mazus miqelii</i> , <i>Hypericum erectum</i> , <i>8: Alnus hirsuta</i> , <i>Lanunculus holosteioides</i> .										
<b>Vegetation units:</b> A - Alopecurion amurenensis; I - Stellario-Alopecurion amurenensis; II - Alopecuro-Ranunculetum sclerati; III - Hemistepo-Capselletum; B - Oryzo-Echinochloion oryzoides; IV - Oryza sativa-Echinochloa crusgalli community; V - Sagittario-Monochorietum plantaginea; C - Undetermined higher unit; VI - Cyperus iria community; VII - Hyperico-Juncetum decipiens; VIII - Leersia japonica-Typha angustata community; D - Lemnon paucicostatae; IX - Spirodela-Lemma paucicostata community; X - Lemno-Salvinetum natans.										
<b>Diagnostic species:</b> (c) - Character species, (d) - Differential species.										

**Table 2.** Stellario-Alopecuretum amurensis

Running No.	1	2	3	4	R-NCD	CD
Character species of the association:						
<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	9	9	9	5	100	100
<i>Oryza sativa</i>	5	5	5	5	63	100
<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>	2	5	5	2	44	100
Companions:						
<i>Aneilema keisak</i>	2	3	.	5	23	75
<i>Erigeron canadensis</i>	1	1	1	1	13	100
<i>Rorippa islandica</i>	1	.	1	.	3	50
<i>Persicaria longisetata</i>	1	.	.	1	3	50

In one relevé : Running No. 1: *Digitaria sanguinalis* 1; 2: *Chenopodium album* 1, *Stellaria aquatica* 1; 3: *Amphicarpaea trisperma* 1; 4: *Oenanthe javanica* 7, *Cardamine flexuosa* 2, *Stellaria media* 2, *Mazus pumilus* 1, *Youngia japonica* 1.

Localities of relevé & Dates of survey : Running No. : 1, 2, 3: Uiwang-shi Ojón-dong, 1996. 5. 12.; 4: Uiwang-shi Wangok-dong, 1996. 5. 12. Altitude (m): Running No. 1: 75; 2: 75; 3: 75; 4: 100. Area (m<sup>2</sup>): Running No. 1: 1; 2: 2; 3: 2; 4: 25. H1-Height (cm) & Coverage (%): Running No. 1: 30, 100; 2: 32, 100; 3: 40, 100; 4: 20 95. Species No. 1: 8; 2: 8; 3: 6; 4: 11.

다 (Table 1). 본 군락의 주요 구성종인 개구리자리는 미나리아재비과의 일년초로서 적습한 휴경작의 논뿐만 아니라 비교적 유수의 영향이 적은 하천 가장자리에서도 생육하며, 부영양입지에 발달한다. 본 군락은 상술의 전형군집과 냉이-지칭개군집이 지하수위에 영향을 받지 않는 弱濕 또는 弱乾의 입지에서 출현하는데 비해, 본 군락은 봄철에도 토양 표면에 수분을 항상 유지하는 지하수위가 높은 입지에서 출현한다. 본 군집은 일본의 관동지방 이남의 난온대 지역의 휴경작 논에 널리 관찰되며, 입지의 수분환경으로 동계 1년생 초본 식물 (semelparous winter annual; 개피, 뚝새풀, 황새냉이 등; 奥田 1990)의 높은 기여도가 특징적이다.

**3) 냉이-지칭개군집 (신칭)**

(*Hemistepto-Capsellietum bursapastoriae* ass. nov. *hoc loco*)

Type : Running No. 19 in Table 3 (*holotypus*)

냉이-지칭개군집은 뚝새풀군단에 귀속되는 일년생 잡초군락으로 군집의 표정종 지칭개와 구분종의 냉이와 꽃마리 등으로 구분된다. 본 군집은 뚝새풀군단 속에 포함되는 식물군락 가운데 가장 건조한 논에 발달하는

건생 잡초군락으로 좀명아주, 마디풀, 망초, 좀개소리랑 개비, 좀개갯냉이, 주름잎 등의 높은 기여도가 특징적이다. 이것은 냉이-지칭개군집이 일부 습생형 발경작지의 토지 환경 및 인간간섭의 유사성에 의하여 발식생의 최상급 단위인 별꽃군강 (*Stellarietea mediae* R. Tx. et al. in R. Tx. 1950; 이명: 명아주군강) 또는 썩군강 (*Artemisieteae principis* Miyawaki et Okuda 1972)과의 종조성적 유사성을 내포하고 있음을 의미한다 (宮脇·奥田 1990, Lee et Kim 1995a, b). 따라서 입지의 전이적인 환경조건으로 조사구당 출현종의 수가 16종/조사구로 높다. 본 군집은 한반도 내에 있어서 흑서-과우의 특징을 나타내는 영남 지역이 그 분포 중심지로 고려되며, 그러한 건조스트레스가 용이하게 발생할 수 있는 토지 및 토양 환경을 내포하고 있는 여타 지역에서도 드물게 생육·발달하고 있다.

냉이-지칭개군집 (Table 3)은 지하수위에 영향을 받지 않고 인위적으로 공급되는 용수에 의해 벼경작이 이루어지는 논에서 경작이 방치된 지 1년째 되는 입지에서 출현하는 썩바귀아군집 (신칭: *Hemistepto-Capsellietum ixerietosum dentatae subasso. nov. hoc loco*; type relevé : identical to above association)과 논둑에서 출현하는 꽃다지아군집 (신칭: *Hemistepto-Capsellietum drabetosum hebecarpae subasso. nov. hoc loco*; *holotypus*: running No. 22 in Table 3)을 포함하고 있다. 썩바귀아군집은 냉이-지칭개군집의 전형아군집으로 건조한 봄논에서 출현하는 전형적인 건생논 식생형이다. 특히 건생입지에 고빈도로 출현하는 좀명아주와 마디풀이 본 아군집에서 높은 기여도로 혼생하고 있다. 마디풀과 좀명아주는 유럽에서 귀화한 외래종으로서, 마디풀은 길가 터주식물 (*ruderal plant*)이며, 좀명아주는 호질소성의 C<sub>4</sub>-식물로 쓰레기터 잡초군락을 대표하는 식물종이다. 꽃다지아군집은 봄철 논둑에서 관찰되며 꽃다지, 쇠뜨기 등으로 구분된다. 논둑의 미세 지형적 특성에 따라 담압 영향에 의하여 논둑 상부에는 질경이와 토끼풀과 같은 터주식물의 피도와 빈도가 증가한다.

**하계형 논식생(Summer vegetation in the rice field)**

**1. 돌피-벼군단 (경작논 호질소성 1년생 초본식생)**

(*Oryzo-Echinochloion oryzoides* Bolos et Masclans 1955)

돌피-벼군단은 하절기 논경작지 잡초군락으로 벼가

경작되는 여름철 논과 논둑, 그리고 휴경작 논에서 생육·발달하는 식생형으로 벼, 돌피, 한련초, 여뀌바늘 등으로 구분된다 (Table 1). 본 군단은 수분구배에 따라 돌피-벼군락과 물닭개비-보풀군집으로 구별되며, 그 상급단위인 벼군강 (*Oryzetea sativae* Miyawaki 1960), 돌피-알방동사니군목에 귀속된다 (奥田 1986, 1990). 따라서 돌피-벼군단은 위의 뚝새풀군단에 대응하며 하절기 경작논의 호질소성 잡초군락이다.

### 1) 돌피-벼군락

(*Oryza sativa*-*Echinochloa crusgalli* community)

돌피-벼군락은 돌피-벼군단의 전형군락 (typical subunit)으로 상급단위의 진단종군 이외에 특별한 진단종이 없다. 전 세계의 벼경작지에 공통적으로 관찰되는 돌피 (Barnyardgrass; Bingham *et al.* 1995)가 높은 기여도로 생육하고 있는 것이 특징적이다. 본 군락은 벼가 경작되어 약습 입지 (평균 수심 4cm 이하)에서 출현하는 우리나라 논식생을 대표하는 식생형이다. 본 군락은 경작 식물종의 벼에 의해 100% 우점되는 초본 제 1층과 그 이외의 잡초로 이루어진 초본 제 2층의 구조를 가진다. 본 군락의 종조성은 벼에 의한 단식재배와 지속적인 잡초 제거와 벼수확기의 수문조절 (물빠기)로 의한 약건의 토지 환경으로 물닭개비와 보풀이 결여되어 있으며, 그로 인한 조사구 내의 평균출현종수 (8종)는 비교적 낮은 편이다.

### 2) 물닭개비-보풀군집

(*Sagittario-Monochorietum plantaginea* Miyawaki 1960)

물닭개비-보풀군집은 우리 나라 전역의 벼가 경작되는 여름 논에서 가장 전형적인 형태의 논잡초 식생형으로 벼, 물닭개비, 보풀에 의해 구분된다. 본 군집은 벼에 의해 우점되는 초본 제 1층과 키 작은 잡초의 초본 제 2층의 군락구조를 가지고 있다. 88개의 조사구에서 총 75종이 기록되었으며, 조사구당 평균출현종수는 12종으로 나타났다.

한편, 물닭개비-보풀군집은 하절기 수문조절 (물대기)에 따른 수심이 4 cm 이상 유지되는 논에서 생육하고 있었으며, 논 지형 및 토양의 미세 환경조건의 차이에 의하여 특징적인 구성종으로 nongrass monocotyledonous plants (e.g. 검은개수염, 나자스말)를 포함하고 있다. 곡정초과의 일년생 초본으로 검은개수염은 산지에 인접하여 비교적 낮은 기온과 시비에 의한 부영양화의

영향이 크지 않은 입지에서 특징적으로 생육하고 있으며, 일반적으로 연못에서 생육하는 나자스말과의 톱나자스말은 투수성이 불량한 점토질로 형성된 입지에서 출현하는 경향이 나타났다.

## 휴경작논 및 논둑 식생 (Weed vegetation in the narrow footpath of rice field and the abandoned rice field)

### 1. 참방동사니군락

(*Cyperus iria* community)

참방동사니군락은 논 사이의 경계를 위한 좁은 논둑과 지하수위에 영향을 받지 않으면서 투수성이 불량한 점토질 토지에 발달한다. 특히 불투수성의 점토질 토성으로 중대가리풀의 높은 기여도가 관찰된다. 그러나 매우 미약한 답압의 영향 하에서 벼경작을 방치한 초기의 여름으로부터 가을에 걸쳐 출현하는 논뚝잡초군락이다. 이와 같은 서식처 입지 환경은 군락의 구분종으로 참방동사니, 바람하늘지기, 알방동사니, 나도방동사니, 강아지풀 등의 사초과의 식물종으로 반영되고 있으며, 약건 (semidry)의 휴경작 묵밭 (abandoned dry field) 식생의 식물종들을 공유하고 있는 것이 특징적이다 (Lee and Kim 1995a, b). 따라서 벼군강, 가막사리군강, 별꽃군강 (이명: 명아주군강) 등의 주요 식물종이 혼생함으로써 그 상급단위는 명확하지 않다. 본 군락의 평균 식생고와 식생피도는 78 cm와 92%로 나타났으며, 조사구당 평균출현종수는 14종으로 서식처 (좁은 논뚝)의 공간적 점유면적과 형태에 비하여 약한 답압의 영향으로 구성 식물종수가 비교적 다양하다 (Table 1).

### 2. 골풀-애기고추나물군집 (신칭)

(*Hyperico-Juncetum decipiens* ass. nov. hoc. loco)

Type : Running No. 13 in Table 4 (*holotypus*)

높은 지하수위에 의해 경작이 이루어지던 입지에서 벼경작이 중지되어 방치된 과습 입지 (평균 수위: 10 cm)에는 골풀, 애기고추나물, 선버들에 의해 특징지어지는 골풀-애기고추나물군집이 생육한다. 본 군집은 논경작지의 입지 가운데 가장 지하수위가 높은 입지로 산간계곡 또는 요형의 과습한 토지환경에서 발달하며, 경작이 방치된 지 5년 이상이 경과된 입지에서 전형적인 식분이 관찰되었다. 일부 부영양 입지에 발달한 식분 내에는 가막사리군강의 가막사리와 미국가막사리가 높은 기

Table 3. Hemistepto-Capselletum bursa-pastoriae  
A: Hemistepto-Capselletum ixerietosum dentatae  
B: Hemistepto-Capselletum drabetosum hebecarpae

Table with columns: Running No., A (1-9), B (0-1), A (R-NCD, CD), B (R-NCD, CD). Rows include species like Capsella bursa-pastoris, Hemistepta lyrata, Mazus pumilus, Chenopodium serotinum, Polygonum aviculare, Rorippa cantoniensis, Ixeris dentata, Lactuca indica var. laciniata, Draba nemorosa, Equisetum arvense, Plantago asiatica, Trifolium repens, Alopecurus aequalis, Oryza sativa, Stellaria alsine, Anilema keisak, Rorippa islandica, Persicaria longiset, Cardamine flexuosa, and various companions.

Accidental species : Running No. 1: Amphicarpaea trisperma 1, Ambrosia artemisifolia var. elatior 1, Persicaria vulgaris 3; No. 5: Aeschynomene indica 2; No. 6: Echinochloa crus-galli 1, Juncus effusus var. decipiens 1; No. 7: Leptochloa chinensis 2, Beckmannia syzigachne 1; No. 8: Bromus tectorum 1, Leersta japonica 1, Callitriche verna 1; No. 9: Rorippa indica 1; No. 11: Ramunculus scleratus 1; No. 13: Oenanthe javanica 1; No. 14: Cardamine leucantha 1, Gnaphalium affine 1; No. 17: Salvia plebeia 1; No. 19: Agropyron cilare 1, Youngia sonchifolia 1; No. 20: Bromus unioloides 1, Pinellia ternata 2; No. 22: Arenaria serpyllifolia 2, Carex thunbergii var. appendiculata 2, Lamium amplexicaule 2, Taraxacum laevigatum 1, Taraxacum officinale 1, Viola mandshurica 1; No. 24: Oenothera odorata 2; No. 25: Vicia amoena 1, Oxalis corniculata 2, Amaranthus retroflexus 2, Carex leiophyncha 3, Poa pratensis 5; No. 26: Ramunculus scleratus 1; No. 27: Carex neurocarpa 5, Ixeris chinensis var. strigosa 1, Poa sphondylodes 2; No. 29: Lactuca scariola 1; No. 30: Poa annua 2; No. 31: Lobelia chinensis 1.

Localities of relevé & Dates of survey : Running No. 1: Andong-shi Sūhu-myun Koi-ri, 1996. 5. 25. : 2, 4, 12, 13, 14, 15, 16, 18; Taegu-shi Dong-gu Midae-dong, 1996. 5. 18. : 3, 10, 11, 17, 19; Taegu-shi Puk-gu Hakjōng-dong, 1996. 5. 19. : 5, 6, 9; Yōngch'ōn-shi Chokoi-dong, 1996. 6. 16; 7: Taegu-shi Dalsōng-gun Dasa-myun Jukgok-ri, 1996. 5. 17. : 8; Andong-shi P'oongsan-eup Sangri-ri, 1996. 5. 25; 20, 30; Uiwang-shi Wangok-dong, 1996. 5. 12. : 21, 23, 25, 29; Taegu-shi Dong-gu Midae-dong, 1996. 9. 7. : 22; Uiwang-shi Ch'ōngae-dong, 1996. 4. 22. : 24, 28; Taegu-shi Dalsōng-gun Dasa-myun, 1996. 5. 17. : 26, 27, 31; Taegu-shi Pook-gu Hakjōng-dong, 1996. 5. 19. Altitude (m): Running No. 1: 80; 2: 80; 3: 40; 4: 80; 5: 90; 6: 90; 7: 40; 8: 130; 9: 90; 10: 40; 11: 40; 12: 80; 13: 80; 14: 80; 15: 80; 16: 80; 17: 40; 18: 80; 19: 40; 20: 95; 21: 80; 22: 95; 23: 80; 24: 40; 25: 80; 26: 40; 27: 40; 28: 40; 29: 80; 30: 90; 31: 40. Area (m²): Running No. 1: 12; 2: 20; 20: 3; 20: 4; 12: 5; 12: 6; 12: 7; 12: 8; 5: 9; 20: 10; 20: 11; 30: 12; 12: 13; 20: 14; 20: 15; 20: 16; 20: 17; 18: 20; 19: 20; 20: 2. 4; 21: 1. 5; 22: 3; 23: 3; 24: 1. 2; 25: 2; 26: 20; 27: 2; 28: 2. 4; 29: 3. 6; 30: 1. 8; 31: 1. H1-Height (cm) & Coverage (%): Running No. 1: 35, 85; 2: 33, 80; 3: 35, 95; 4: 28, 90; 5: 35, 100; 6: 40, 90; 7: 80, 5; 8: 25, 60; 9: 30, 95; 10: 60, 100; 11: 45, 70; 12: 50, 70; 13: 60, 95; 14: 28, 40; 15: 38, 95; 16: 100, 10; 17: 100, 5; 18: 50, 95; 19: 80, 5; 20: 35, 70; 21: 15, 100; 22: 25, 70; 23: 40, 90; 24: 80, 100; 25: 20, 80; 26: 45, 90; 27: 35, 90; 28: 30, 95; 29: 20, 100; 30: 2, 50; 31: 32, 100. H2-Height (cm) & Coverage (%): Running No. 7: 30; 16: 30, 100; 17: 40, 90; 19: 35, 90. Species No. : Running No. 1: 19; 2: 13; 3: 10; 4: 16; 5: 18; 6: 14; 7: 12; 8: 17; 9: 16; 10: 9; 11: 17; 12: 16; 13: 14; 14: 24; 15: 16; 16: 14; 17: 16; 18: 14; 19: 19; 20: 17; 21: 8; 22: 16; 23: 9; 24: 16; 25: 20; 26: 16; 27: 21; 28: 15; 29: 14; 30: 10; 31: 14.

여도로 혼생하기도 하면서, 벼경작지 식생을 대표하는 돌피-벼군단의 주요 진단종군을 포함하기도 한다. 골풀-애기고추나물군집의 그러한 입지환경의 특성으로 본 군집이 발달하기 직전의 식분은 고마리에 의한 초본 단층의 단순 우점 식생인 고마리군집 (*Polygonetum thunbergii* Lohm. *et* Miyawaki 1962)으로 판단된다. 따라서 본 군집은 논잡초식생으로부터 저습지 버드나무림으로 천이가 진행되어 가고 있는 천이초기상의 습지식물군락으로 군락분류학적 상급단위가 미결정되었다 (Fig. 4).

본 군집은 키 큰 초본 또는 목본에 의해 형성되는 식생고 130 cm의 초본 1층과 기타 식물종에 의한 초본 2층으로 구별되며, 약 100%의 피도를 형성한다. 본 군집은 수분구배와 경작이 방치된 기간에 따른 종조성의 차이로부터 전형아군집과 낙지다리아군집으로 구분되었다 (Table 4). 골풀-애기고추나물군집 전형아군집 (신칭: *Hyperico-Juncetum typicum subass. nov. hoc loco; holotypus: running No. 13 in Table 4*)은 방치된지 3년이 경과하지 않은 논경작지의 과습한 입지에서 발달한다. 본 아군집은 군집의 진단종을 공유하며, 주요 구성종으로 골풀과의 참비녀골풀, 청비녀골풀 등이 혼생하는 것이 특징적이다. 한편 골풀-애기고추나물군집 낙지다리아군집 (신칭: *Hyperico-Juncetum penthoretosum chinensae subass. nov. hoc loco; holotypus: running No. 3 in Table 4*)은 전형아군집과 동일한 입지환경에서 3년 이상 방치된 논에서 발달하며, 낙지다리, 부들, 버들바늘꽃, 키버들 등으로 구분된다. 특히 부들과의 다년초인 부들과 들나물과의 다년초인 낙지다리의 출현이 특징적이며, 입지의 안정화에 의하여 키버들 및 선버들과 같은 직립형 버드나무류의 침입에 따른 천이도중상의 식생구조를 나타내고 있다.

### 3. 애기부들-나도겨풀군락

(*Leersia japonica-Typha angustifolia* community)

애기부들-나도겨풀군락은 경작이 이루어지지 않는 방치된 묵논 가운데 일정하게 높은 수위 (평균수위: 15 cm 이상)를 유지하고 있는 과습 입지에서 생육·발달한다. 따라서 본 군락은 과습한 묵논뿐만 아니라 물이 정체되어 있는 얕은 수심의 연못이나 호수 가장자리 입지에서도 관찰된다. 본 군락은 애기부들에 의한 초본 제1층과 나도겨풀에 의한 초본 제2층이 형성되며, 100%의 식피율을 나타낸다. 평균 11종이 군락을 구성하고 있다. 본 군락은 토지의 안정화와 높은 빈도의 미나리 생육이 가

능할 정도의 충분한 영양염류로 말미암아 선버들, 당키버들 및 오리나무 등의 저습지 목본이 혼생하고 있는 것이 특징적이다.

## 호질소성 부유식생(Floating plant community in the rice field)

### 1. 쯤개구리밥군단 (호질소성 부유식물군락)

(*Lemnion paucicostatae* Miyawaki *et* J. Tüxen 1960)

쯤개구리밥군단은 우리 나라 전역의 정수역에서 발달하는 전형적인 부유식생형으로, 여름 논경작지 내의 논고랑 사이에 우점한다. 본 군단은 쯤개구리밥과 생이가래로 구분된다 (Table 1). 일반적으로 부유식물은 수질의 부영양화와 밀접하며, 시비에 의한 벼경작지의 부영양화는 쯤개구리밥군단에 유리한 서식처가 된다. 그러나, 농약 (제초제)의 과다한 유입에 의하여 생이가래의 피도는 급격히 감소하게 되며, 경작되고 있는 벼의 성장과 아울러 논바닥에 도달하는 광선의 부족으로 쯤개구리밥군단은 벼의 성장과 아울러 점차적으로 논 가장자리에 한정되어 생육하는 것이 특징이다.

### 1) 쯤개구리밥-개구리밥군락

(*Spirodela-Lemna paucicostata* community)

쯤개구리밥-개구리밥군락은 쯤개구리밥군단의 전형적 식물군락으로 고려되며, 우리나라 전역의 논에서 관찰되는 대표적인 부유식물군락이다. 본 군락은 경작되고 있는 벼 이외에 이들 두 종의 부유식물에 의해 수면은 완전히 피복되어 있으며, 특히 쯤개구리밥은 개구리밥에 비하여 우점의 비율이 크게 높고, 제초제의 과다한 유입에 의해 생이가래가 낮은 빈도로 출현하는 것이 본 군락의 특징이다.

### 2) 생이가래-쯤개구리밥군집

(*Lemno-Salvinetum natans* Miyawaki *et* J. Tüxen 1960)

우리 나라 남부 및 해안 지역의 비교적 온화한 입지 환경에 놓여 있는 논에는 생이가래가 우점하면서 쯤개구리밥이 혼생하는 생이가래-쯤개구리밥군집이 발달하고 있다. 본 군집은 쯤개구리밥군단에 귀속되며, 일본 중부 지방에서는 보편적으로 관찰되는 부유식물 식생형으로 알려져 있으나 (奥田 1990), 우리 나라 내에서는 난온대 식생지역 내에 한정적으로 분포하고 있다.



**Table 4.** Hyperico-Juncetum decipiens  
 A : Hyperico-Juncetum penthoretosum chinensae  
 B : Hyperico-Juncetum typicum

Running No.	A				B								R-NCD	CD						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2			3	4	5	6	7	8
Character & differential species of the Hyperico-Juncetum decipiens :																				
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i>	2	.	5	.	2	.	2	.	5	2	2	.	9	5	7	1	3	7	79	72
<i>Hypericum japonicum</i> (c)	5	.	.	.	.	.	2	2	1	.	.	.	5	.	5	.	.	.	14	33
<i>Salix nipponica</i>	2	.	3	.	.	.	2	5	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	8	28
<i>Juncus leschenaultii</i>	.	.	.	.	3	.	2	.	.	5	2	.	.	.	.	.	.	3	9	28
<i>Microstegium vimineum</i>	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	3	1	.	.	.	.	.	4	22
<i>Hypericum laxum</i>	2	.	.	.	2	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	2	5	28
Differential species of Hyperico-Juncetum penthoretosum chinensae :																				
<i>Typha orientalis</i>	7	9	3	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	12	22
<i>Penthorum chinense</i>	.	3	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Epilobium palustre</i> var. <i>lavandulaefolium</i>	.	7	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
<i>Salix purpurea</i> var. <i>japonica</i>	2	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	11
Character & differential species of Oryzo-Echinochloia oryzoidis, Cypero-Echinochloetalia orizoidis & Oryzetea sativae :																				
<i>Anelema keisak</i>	2	.	2	.	2	9	3	3	2	3	2	.	2	3	7	1	1	5	83	83
<i>Arthraxon hispidus</i>	.	2	3	2	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	8	13	33
<i>Scirpus juncoides</i>	.	.	.	.	.	1	2	.	5	.	.	5	.	1	.	.	1	11	33	33
<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>	.	.	.	.	2	1	1	1	2	1	2	.	.	.	.	.	.	8	39	39
<i>Potamogeton distinctus</i>	.	.	.	.	2	.	5	.	2	.	.	.	1	.	3	.	.	8	28	28
<i>Sagittaria pygmaea</i>	1	.	.	.	1	1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	6	33	33
<i>Sagittaria aginashi</i>	.	.	.	2	.	2	.	3	.	5	.	.	.	.	.	.	.	6	22	22
<i>Cardamine flexuosa</i>	.	.	.	.	2	.	1	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	4	28	28
<i>Lobelia chinensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	.	.	.	2	2	17	17
<i>Rorippa islandica</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	11	11
<i>Persicaria longiseta</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	11	11
<i>Oryza sativa</i> (c)	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	11	11
<i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	11	11
Species group of Bidentetea tripartitae :																				
<i>Persicaria thunbergii</i>	3	.	.	7	8	3	9	1	5	1	5	5	.	2	9	2	1	100	78	78
<i>Bidens tripartita</i>	5	.	1	5	3	1	.	2	1	3	2	.	2	.	2	.	5	1	50	72
<i>Bidens frondosa</i>	.	2	.	3	.	2	.	.	.	1	5	.	2	.	.	.	3	15	39	39
<i>Oenanthe javanica</i>	.	7	7	5	2	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	14	28	28
Companions :																				
<i>Artemisia princeps</i>	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	2	3	22	22
<i>Eupatorium lindleyanum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	3	.	5	.	1	.	5	22	22
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	1	1	2	7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	22	22
<i>Persicaria nipponensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	2	.	2	.	.	.	3	22	22
<i>Eleocharis congesta</i>	.	.	.	.	.	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	5	.	3	17	17
<i>Polygonum fugax</i>	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	2	11	11
<i>Spirodela polyrhiza</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	11	11
<i>Monochoria vaginalis</i> var. <i>plantaginea</i>	.	.	.	.	.	2	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	17	17
<i>Amphicarpaea trisperma</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	12	12
<i>Cyperus orthostachyus</i>	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	11	11
<i>Erigeron annuus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	1	11	11
<i>Lycopus ramosissimus</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	1	11	11
<i>Scirpus wichurae</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	1	.	1	17	17
<i>Equisetum arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	2	.	1	11	11
<i>Phragmites communis</i>	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	11	11
<i>Commelina communis</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	11	11
<i>Mazus pumilus</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	11	11
<i>Salix purpurea</i> var. <i>multinervis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	2	.	.	.	1	11	11
<i>Triadenum japonicum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	1	11	11
<i>Trifolium repens</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	1	11	11
<i>Eleocharis wichurae</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	11	11
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	11	11

**Accidental species :** Running No. 1: *Epilobium pyrricholophum* 5, *Persicaria sieboldii* 3, *Lythrum salicaria* 3, *Dunbaria villosa* 2, *Lindernia micrantha* 2, *Salix gracilistyla* 2, *Scutellaria dependens* 2, *Plantago asiatica* 1: 2: *Echinochloa crus-galli* var. *caudata* 3, *Persicaria nodosa* 1, *Setaria viridis* 1: 4: *Adenophora palustris* 2, *Rorippa indica* 1: 5: *Eragrostis ferruginea* 2, *Kummerowia striata* 2, *Lactuca indica* var. *laciniata* 1, *Mazus miquelii* 1: 6: *Sacciolepis indica* 1: 8: *Scirpus triangulatus* 3: 9: *Cyperus sanguinolentus* 2, *Kyllinga brevifolia* var. *leiolepis* 2, *Eclipta prostrata* 2, *Erigeron canadensis* 1, *Hieracium umbellatum* 1: 10: *Lindernia procumbens* 3, *Lemna perpusilla* 3, *Persicaria hydropiper* 2: 12: *Vigna angularis* 2: 13: *Ammannia multiflora* 2: 14: *Hypericum erectum* 3: 15: *Cyperus iria* 3, *Echinochloa crus-galli* 1.

**Localities & date:** Running No. 1: Sooyip-ri Sösong-myun Yangpöng-gun Kyönggi-do 1996. 8. 11., 2: Op'ö-ri Kangkumyun Yöngdök-gun 1996. 9. 9., 3, 4: Hagüp-ri Masöng-myun Mungyöng-shi 1996. 8. 30., 5, 10, 18: Sokdal-dong Kulp'ö-shi Kyönggi-do 1996. 7. 11., 6, 11: Ch'öngae-dong Uiwang-shi Kyönggi-do 1996. 7. 13., 7: Dongok-ri Dasa-myun Dalsöng-gun Taegu-shi 1996. 6. 8., 8: Songch'ön-ri Byöngok-myun Yöngdök-gun 1996. 7. 2., 9, 15, 17, 19: Sangdang-ri Pook-myun Uljin-gun 1996. 7. 3., 12: Hanae-ri Masöng-myun Mungyöng-shi 1996. 8. 30., 14: Ho-ri Shingwang-myun P'ohang-shi 1996. 7. 1., 18: Kangdong-myun Ulsan-shi Kyöngsangnam-do 1996. 9. 13. **Altitude (m) :** Running No. 1: 50; 2: 15; 3: 175; 4: 175; 5: 110; 6: 115; 7: 100; 8: 80; 9: 180; 10: 110; 11: 135; 12: 190; 13: 180; 14: 125; 15: 180; 16: 110; 17: 180; 18: 240. **Area (m<sup>2</sup>) :** Running No. 1: 16; 2: 25; 3: 12; 4: 9; 5: 4; 6: 6; 7: 6; 8: 8; 9: 7; 10: 4; 11: 4; 12: 4; 13: 6; 14: 5; 15: 6; 16: 4; 17: 9; 18: 6. **H1-Height (cm) & Coverage (%) :** Running No. 1: 170, 45; 2: 300, 100; 3: 250, 80; 4: 170, 45; 5: 100, 5; 6: 50, 100; 7: 200, 70; 8: 250, 60; 9: 100, 90; 10: 80, 5; 11: 60, 100; 12: 100, 40; 13: 120, 100; 14: 100, 80; 15: 110, 80; 16: 50, 100; 17: 130, 40; 18: 100, 60. **H2-Height (cm) & Coverage (%) :** Running No. 1: 100, 90; 3: 100, 100; 4: 90, 100; 5: 30, 100; 7: 100, 100; 8: 70, 100; 10: 35, 100; 12: 35, 95; 13: 30, 75; 14: 25, 70; 15: 40, 95; 17: 35, 85; 18: 35, 100. **Species No. :** Running No. 1: 26; 2: 9; 3: 12; 4: 10; 5: 15; 6: 16; 7: 9; 8: 7; 9: 10; 10: 15; 11: 14; 12: 6; 13: 14; 14: 14; 15: 14; 16: 5; 17: 10; 18: 22.

## 토론 및 결론

논경작지에 있어서 재배되고 있는 벼 이외의 모든 식물자원은 생산성에 대한 방해요소로 고려되는 잡초(weeds)이다 (Abernathy 1981). 이러한 잡초는 벼와의 생태환경적 요소 (light, water, nutrient, space etc.)에 대한 경쟁과 동시에 제초제나 잡초뽑기와 같은 직접적인 관리에 대한 저항에 적응해 온 경작지잡초종 (segetal plant species)들이다 (Doland and Eastin 1995). 본 연구에 이용된 186개의 식생자료로부터 분류된 10개의 식생유형은 벼를 제외한 51과 124屬 196種의 잡초로 구성되어 있다. 이들 식물상은 1속 1종의 monotypic plants의 구성비가 69%를 차지하였으며, 속-종 다양성 분포양식이 전형적인 hollow curve의 편향적 분포를 보여주고 있었다 (Solbrig 1994). 이것은 논경작지가 하나의 독립된 생태계로써 우리 나라의 주요 생태계 유형의 하나임을 의미하며, 자연습지 (natural wetlands)에 대응되는 농경습지 (cultural wetlands)로 규정될 수 있다. 따라서 논경작지의 잡초식생은 벼경작지에 대한 관리방식에 따라 다양한 종조성에 의한 다양한 식생형으로 이루어져 있다. 우리 나라 논경작지에 생육하고 있는 식생형은 3개의 군강에 포함되는 10개의 식생유형으로 구성되어 있는 것으로 밝혀졌다:

### Winter Annual Vegetation in the Rice Field

*Alopecurion amurensis* Miyawaki et Okuda 1972

- (1) *Stellario-Alopecuretum amurensis* ass. nov. *hoc loco*
- (2) *Alopecuro-Ranunculetum scelerati* Miyawaki et Okuda 1972
- (3) *Hemistepto-Capsellietum bursa-pastoriae* ass. nov. *hoc loco*

### Summer Annual Vegetation in the Rice Field

*Oryzo-Echinochloion oryzoides* Bolos et Masclans 1955

- (1) *Oryza sativa-Echinochloa crusgalli* community
- (2) *Sagittario-Monochorietum plantaginea* Miyawaki 1960

### Weed vegetation in the narrow footpath of rice field and the abandoned rice field

- (1) *Cyperus iria* community
- (2) *Hyperico-Juncetum decipiens* ass. nov. *hoc.*

*loco*

(3) *Leersia japonica-Typha angustifolia* community

### Floating plant community in the rice field

*Lemnion paucicostatae* Miyawaki et J. Tüxen 1960

(1) *Spirodela-Lemna paucicostata* community

(2) *Lemno-Salvinetum natans* Miyawaki et J. Tüxen 1960

논에서의 수문조절 (6월초의 논물대기, 6월 하순의 장마, 9월 중의 논물빼기)은 뚜렷한 종조성의 차이를 나타내는 두 개의 군강 (벼군강, 가막사리군강)에 귀속되는 각각의 군단으로 구분된다 (Fig. 2). 장마 (여름몬순) 이전의 논식생은 가막사리군강의 뚝새풀군단이 대표되며, 모내기 이후의 벼의 우점에 따른 논식생은 벼군강의 돌피-벼군단으로 대표된다. 이러한 논식생은 주기적인 경작을 통하여 두 식생유형은 계절적 교번을 반복하게 된다. 이들 논습지에서 경작이 중지되어 방치된 입지에는 토지의 수분환경 및 토지환경 (soil texture)에 따라 식생의 천이가 일어난다. 휴경작 1차년도에는 골풀-애기고추나물군집 또는 고마리군집이 발달하고, 각 군집이 발달하는 입지의 토지환경 조건에 따라 가막사리군강과 별꽃군강에 속하는 주요 식물종들이 혼생한다 (Fig. 3). 또한 선구성의 잡초식생은 지속적인 입지의 방치에 의해 일련의 종조성적 천이과정을 통하여 저습지 중극식물군락으로 발달한다. 이러한 논경작지에서의 식물군락의 종조성적 동적 변화는 각 군단을 구성하고 있는 식물종의 개화기에 대한 분석에서도 뚜렷이 증명된다. 논 의 경전과 아울러 물대기, 그리고 모심기 계절인 장마를 기준으로 돌피-벼군단은 장마 이후에 개화하는 식물종의 구성비가 86%로 뚝새풀군단의 47%보다 매우 높다

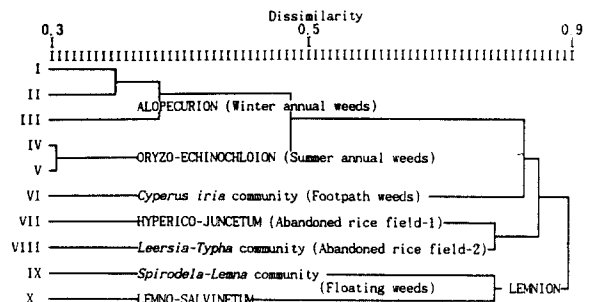


Fig. 2. Cluster analysis performed by program NC-LAS. Sorting strategy involved distance-optimizing method of complete linkage using dissimilarity coefficient of correlation (Podani, 1993).

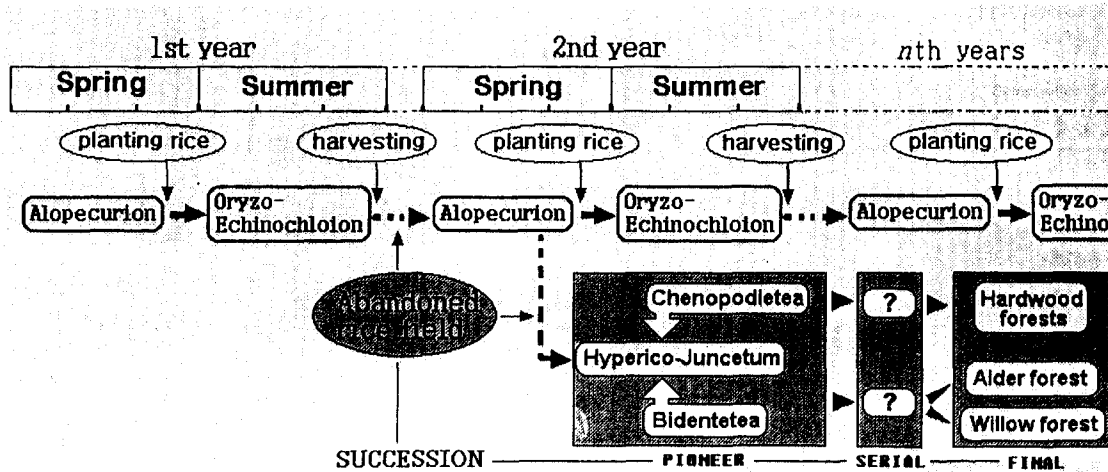


Fig. 3. Syndynamics in the rice field of South Korea.

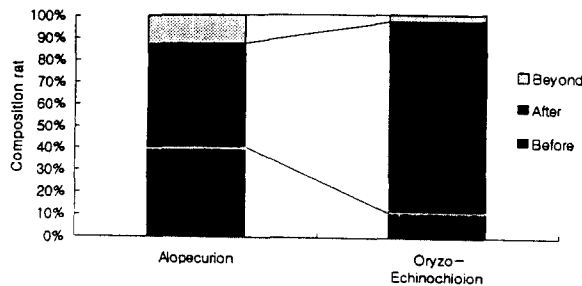


Fig. 4. Phenological characteristics of weed species of the rice field vegetation. Three legends indicate before-, beyond-, and after-summer monsoon at the beginning of June in South Korea (see text for further explanation).

(Fig. 4). 따라서 뚝새풀군단은 winter annual weed community로, 돌피-벼군단은 summer annual weed community로 규정된다.

본 연구의 결과는 식생학에 있어서 두 가지의 새로운 시공간적 관점을 제시하고 있다: (1) 군락분류에 대한 동적인 접근, (2) 한반도 식생구조에 대한 몬순기후의 이해. 논경작지 식생에 대한 본 연구에서 동일한 입지에 대하여 시간적 배분을 통해 뚝새풀군단 (가막사리군강)과 돌피-벼군단 (벼군강)의 별개의 식생형이 발달하고 있음을 밝혀졌다. 이것은 하나의 입지에 대한 하나의 식생형으로 기재되는 전통적 군락분류학의 기본 개념과 크게 상이하다. 논경작지에 대한 선행 연구에서는 최고차 식생으로 벼군강이 강조되어 왔으나 (Okuda

1990, Kolbeck *et al.* 1996), 우리 나라의 논경작지 식생의 최고차 식생형은 춘계형의 가막사리군강과 하계형의 벼군강으로 대표되며, 이러한 논경작지의 식생학적 특이성은 논이 습지 식물종의 주요 서식처로서 그리고 주변 습지 또는 수로 (water system)와의 연속 생태계로 기여하고 있음을 의미한다. 또한 적어도 우리 나라에서의 서식처에 대한 인간간섭이 지속적이면서 집약적인 입지에 발달하는 터주잡초식생 (ruderal vegetation)과 경작지잡초식생 (segetal vegetation)에 대한 군락분류학적 군락생태학적 연구는 한반도의 6월의 여름몬순계절에 의한 그 종조성적 고유성 (uniqueness)과 대표성 (representativeness)을 고려한 식생조사가 이루어져야 함을 의미한다.

### 적 요

우리 나라의 논경작지 식생에 대하여 군락분류학적 군락생태학적 연구가 이루어졌다. Zürich-Montpellier 학파의 방법에 의한 식생조사로부터 획득된 186개의 식생자료가 분석되었다. 식생단위의 추출은 전통적인 분류 방법에 의한 일련의 표조작 기법에 의하여 이루어졌다. 식물종의 백분율 상대순기여도를 토대로 한 종합상재도 표에 의해 식생단위가 분석되었다. 우리 나라의 논경작지 식생은 3개 군강에 귀속되는 각각의 군단과 1개의 미결정-상급단위, 6개의 군집 (3개 신군집 포함), 그리고 4개의 군락으로 밝혀졌다 : 뚝새풀군단 (뚝새풀-벼류나물군집, 개구리자리-뚝새풀군집, 냉이-지칭개군집), 돌피-

벼군단 (돌피-벼군락, 물닭개비-보풀군집), 휴경작논 및 논둑 식생으로 참방동사니군락, 골풀-애기고추나물군집, 애기부들-나도겨풀군락, 호질소성 부유식생으로 좁개구리밥군단 (좁개구리밥-개구리밥군락, 생이가래-좁개구리밥군집). 우리 나라의 논식생은 춘계형의 딱새풀군단과 하계형의 돌피-벼군단으로 대표되며, 터주잡초식생과 경작지잡초식생에 대한 군락분류 및 군락생태학적 연구는 한반도의 6월 여름-몬순계절에 의한 종조성적 고유성과 대표성이 고려되어야 함이 논의되었다.

## 사 사

본 논문은 1996년도 학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었으며, 계명대학교 석사과정의 김중훈 군과 이은진양의 도움으로 현장 식생조사는 완성될 수 있었다. 이에 감사를 드리는 바이다.

## 인 용 문 헌

- 김종원, 남화경, 백원기, 이을경, 이은진, 오장근, 정용규. 1997. 식생평가지침. "제2차 자연환경전국기초조사"에서, 자연보존협회, 서울. pp. 259-322.
- \_\_\_\_\_. 1993a. 우리 나라의 자연환경 현황 분석 연구. 한국환경기술개발원. 서울. 83p.
- \_\_\_\_\_, 김순득, 정용규, 김성준. 1993. 수도권 매립지 종합환경조사 연구보고서 (자연생태계편). 수도권 매립지 운영관리조합. 서울. 145p.
- \_\_\_\_\_, 이은진, 남화경. 1996. 수리산의 식생. 수리산 자연생태계 조사연구 보고서. 군포시. pp. 65-105.
- \_\_\_\_\_. 1993b. 벼풀의 생태적 특성과 벼와의 경합에 관한 연구. 충북대학교 박사학위논문. 77p.
- 박광호. 1985. 논잡초 물닭개비의 생리생태적 특성. 경북대학교 석사학위논문. 35p.
- 이우철. 1996. 원색한국기준식물도감. 아카데미서적. 서울. 624p.
- 유순태. 1973. 논답의 잡초군락 조성의 변동에 관하여. 이화여자대학교 석사학위논문 제2집. pp. 1-17.
- Abernathy, J.R. 1981. Estimated crop losses by weeds with nonchemical management. In: Handbook of Pest Management in Agriculture (D. Pimentel, ed.) Vol. 1, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 159-167.
- Barkman, J.J., J. Moravec and S. Rauschert. 1986. Code of phytosociological nomenclature. 2nd edition. Vegetatio 67: 145-195.
- Becking, R.W. 1957. The Zürich-Montpellier school of phytosociology. Bot. Rev. 23: 411-488.
- Bingham, S.W., W.J. Chism, & Bhowmik, P.C. 1995. Weed management systems for turfgrass. In: Handbook of Weed Management in Systems (A. E. Smith ed.) Marcel Dekker, Inc., New York · Basel · Hongkong, pp. 603-665.
- Bolos O. and F. Masclans. 1955. La vegetacion de los arrozales en la region mediterranea. Coll. Bot. 4: 415-434
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3rd ed. Springer, Wien-New York. 631p.
- Donald, W.W. and E.F. Eastin. 1995. Weed management systems for grain crops. In: Handbook of Weed Management in Systems (A. E. Smith ed.) Marcel Dekker, Inc., New York · Basel · Hongkong, pp. 401-476.
- Donfack, P., C. Floret and R. Pontanier. 1995. Secondary succession in abandoned fields of dry tropical Northern Cameroon. J. Veg. Sci. 6: 499-508.
- Kim, J.W. 1990. A syntaxonomy scheme for the deciduous oak forests of South Korea. Abstracta Botanica 14: 51-81.
- \_\_\_\_\_. and Y.I. Manyko. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the Cool-temperate mixed forest in the Southern Sikhote Alin, Russian Far East. Korean J. Ecol. 17: 391-413.
- \_\_\_\_\_. , D.I. Lee and W. Kim. 1995. Minimal areas and community structures of *Pinus densiflora* forests and *Quercus mongolica* forests. Korean J. Ecol. 18: 451-462.
- Kleinhenz, V., W-H. Schnitzler, and D-J. Midmore. 1996. Diversification and transformation of Asian paddy rice fields to upland vegetable production. Plant Research and Development 43: 81-94.
- Koch, W. 1954. Pflanzensoziologische Skizzen aus den Reisfeldgebieten des Piedmonte (PO-Ebene). Vegetatio 2: 487-493.
- Kolbeck, J.J. Dostalek and I. Jarolimek. 1996. The vegetation of rice fields in North Korea and its

- relation to South Korea and Japan. *Fragm. Flor. Geobot.* 41: 621-637.
- Lavorel, S. and J.D. Lebreton. 1992. Nested spatial patterns in seed bank and vegetation of Mediterranean old-fields. *J. Veg. Sci.* 2: 367-376.
- Lee, E.W. 1992. Rice field. In: *Encyclopedia of Korean Culture*. Vol. 5. The Academy of Korean Studies. Seoul. pp. 747-749. (In Korean)
- Lee, K.S. and K.H. Kim. 1995a. Seral changes in environmental factors and recovery of soil fertility during abandoned field succession after shifting cultivation. *Korean J. Ecol.* 18: 243-253.
- \_\_\_\_\_. and \_\_\_\_\_. 1995b. Seral changes in floristic composition during abandoned field succession after shifting cultivation. *Korean J. Ecol.* 18: 272-283.
- Lohmeyer, W. und A. Miyawaki 1962. Zür Kenntniss der ephemeren nitrophilen Meeresstrand-und Fluss ufer-Vegetation in Japan. *Mitt. Florist. -Soziol. Arbeitsgem. N.F.*, 9: 78-84. Stolzenau/Weser.
- Miyawaki, A. 1960. Pflanzensoziologische Untersuchungen über Reisfeld- Vegetation auf den Japanischen Inseln mit vergleichender Betrachtung Mitteleuropas. *Vegetatio* 2: 345-402.
- \_\_\_\_\_. und S. Okuda. 1972. Pflanzensoziologische Untersuchungen über die Auen-Vegetation des Flusses Tama bei Tokyo, mit vergleichenden Betrachtung über die Vegetation des Flusses Tone. *Vegetatio* 24: 229-311.
- \_\_\_\_\_. und J. Tüxen. 1960. über die Lemneta-Gesellschaft in Europa und Japan. *Mitt. Florist. -Soziol. Arbeitsgem. N.F.*, 8: 127-135. Stolzenau/Weser.
- Omacini, M., E. J. Chaneton, R.J.C. León and W. B. Batista. 1995. Old-field Successional Dynamics on the Inland Pampa, Argentina. *J. Veg. Sci.* 6: 309-316.
- Podani, J. 1993. SYN-TAX-pc: Computer Programs for Multivariate Data Analysis in Ecology and Systematics. Version 5.0, User's Guide. Scientia Publishing, Budapest. 104p.
- Solbrig, O.T. 1994. The complex structure of the taxonomic system. In: Peng, C.I. and C. -H. Chou (eds.): *Biodiversity and Terrestrial Ecosystems*. Institute of Botany, Academia Sinica, Taipei. pp. 7-24.
- Spellerberg, I.F. 1992. *Evaluation and Assessment for Conservation*. Chapman & Hall. London. 260p.
- Tatoni, T. and P. Roche. 1994. Comparison of Old-Field and Forest Revegetation Dynamics in Provence. *J. Veg. Sci.* 5: 295-302.
- Tüxen, R. 1950. Grundriss einer Systematik der nitrophilen Unkrautgesellschaften in der Eurosibirischen Region Europas. *Mitt. Florist. -Soziol. Arbeitsgem. N.F.*, 2: 94-175.
- van der Maarel, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39: 97-114.
- Zonneveld, I.S. and R.T. Forman (eds.) 1990. *Changing Landscapes: An Ecological Perspective*. Springer-Verlag, New York.
- 宮脇昭. 1967. 水田の雑草群落. In: 宮脇編. 日本の植生. 學研. 東京. pp. 116-123.
- \_\_\_\_\_, 奥田重俊. 1990. 日本植物群落圖説. 至文堂. 東京. 800p.
- 奥田重俊. 1984. 水田雑草群落. In: 宮脇編. 日本植生誌 近畿. 至文堂. 東京. pp. 299-305.
- \_\_\_\_\_. 1985. 水田雑草群落. In: 宮脇編. 日本植生誌 中部. 至文堂. 東京. pp. 226-230.
- \_\_\_\_\_. 1986. 水田雑草群落. In: 宮脇編. 日本植生誌 關東. 至文堂. 東京. pp. 275-279.
- \_\_\_\_\_. 1987. 水田雑草群落. In: 宮脇編. 日本植生誌 東北. 至文堂. 東京. pp. 336-340.
- \_\_\_\_\_. 1990. 水田雑草群落. In: 宮脇昭・奥田重俊編. 日本植物群落圖説. 至文堂. 東京. pp. 738-751.