



北海道旭川市における初期二次遷移の実験

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2012-11-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 橘, ヒサ子, 林, 一六, 小関, 亜紀, 清水, 克也 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.32150/00003950

北海道旭川市における初期二次遷移の実験

橘 ヒサ子・林 一六・小 関 亜 紀・清 水 克 也

北海道教育大学旭川分校生物学研究室・筑波大学菅平高原実験センター
札幌市立本町小学校・北海道羅臼町立羅臼中学校

An Experimental Study in Early Stage of Secondary Succession in Asahikawa, Hokkaido, Japan

Hisako TACHIBANA, Ichiroku HAYASHI, Aki KOSEKI and Katsuya SHIMIZU

Biological Laboratory, Asahikawa College, Hokkaido University of Education, Asahikawa 070, Japan, Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba, Sanada, Nagano 386-22, Japan, Motomachi Primary School, Sapporo 065, Japan and Rausu Secondary School, Rausu, Hokkaido 086-18, Japan.

Abstract

An experimental study on secondary succession was carried out in Asahikawa, Hokkaido, Japan (43°46' in latitude and 142°23' in longitude) from 1983 to 1984. The dominant species in the pioneer stand were *Chenopodium album* var. *centrorubrum*, *Setaria viridis* and *Echinochloa crus-galli*. The dominants in the following year were *Erigeron annuus* and *Oenothera biennis*, and in the third stage the stand was dominated by *Artemisia montana*, *Taraxacum officinale* and *Geranium thunbergii*. This experiment and observation of the vicinity, showed four herbaceous stages of secondary succession: *Chenopodium album* (annual) stage, *Erigeron annuus* (biannual) stage, *Artemisia montana* (perennial herb) stage, and *Miscanthus sinensis* (perennial grass) stage. The species diversity of the stand was 1.48 by Shannon's index and there was a geometrical relationship in the dominance of species and their order in the rank of species of the community. The spatial distribution of plants was nearly homogeneous and 1 in Morishita's $I\delta$ index.

はじめに

この研究は北海道旭川市において人為的につくられた裸地に成立する草本群落の形成過程を解析したものである。ここでは、すでに成立している植物群落を取り除いて裸地をつくり、その場所を自然条件下に放置したとき、そこにどんな種類組成をもった群落ができあがり、その組成がどのように変化していくかを記録した。同時に、その群落の生活型組成、種類間の順位関係、群落の種多

様性を検討した。このような二次遷移の研究は Oosting(1942)をはじめとするアメリカの研究者たちによって開始された (Keever 1950, Bard 1952, Bazzaz 1968)。

Oosting(1942)によれば、North Carolina で畑を放棄した1年目にはブタクサ、メヒシバが優占し、2から3年目にはヒメムカシヨモギ、ヒメジョオン、そして次のステージでは *Aster ericoides*, *Solidago* spp.の優占する群落に遷移したという。さらに、次のステージでは *Andropogon virginicus* に遷移した。

日本では千葉市における沼田・山井 (1955)、沼田 (1956) の実験的研究が最初のものである。これらの研究によれば、裸地にした後1年目にはブタクサが優占する群落ができあがり、2年から3年にかけてヒメジョオンなどの優占する群落に遷移するという。これはアメリカと日本において共通の現象として注目されてきた。また長野県菅平では裸地後1年目にはシロザ、ハルタデ、アキメヒシバ、イヌビエなどの優占群落ができあがり、やがてヒメジョオン、ヒメムカシヨモギの群落を経て、ヨモギ群落、ススキ群落へと遷移することが報告されている (林 1967, 1969)。また、松村ほか (1988) は飛騨地域の休耕田の二次遷移を研究し、メヒシバ、オオアレチノギク、ヨモギ、ススキの遷移系列を報告した。伊藤・林 (1989) は長野県野辺山と茨城県筑波における初期二次遷移を比較し、野辺山ではブタクサ、キンエノコロからヒメジョオンへ、筑波ではメヒシバからヒメムカシヨモギへと遷移すると報告している。そのほか北海道南部での遷移の研究は桑原 (1957), Takahashi and Hayashi (1978) などがある。また最近ヨーロッパでも二次遷移の研究は盛んで、ドイツにおいて Schmidt (1981), Bornkamm (1987), チェコスロバキアにおいて Osbornova et al. (1990) などの報告がある。

調査地の概要と実験方法

調査地の旭川市は北緯 43°46' 東経 142°23' で標高 130 m のところにある。年平均気温は 6.2°C、年総降水量は 1,159 mm である。この実験を行った地域の植生はミズナラークマイザサ群落、シラカンバー ススキ群落、シラカンパークマイザサ群落、エゾヤマハギーススキ群落、ススキ群落、カモガヤ群落、オオヨモギ群落であった。これらはいずれもこの地域の遷移段階を代表する群落であって、これらの群落構成種の種子はある立地にいつでも散布される可能性をもっている。

この実験で永久調査枠を設置した場所は旭川市の住宅地帯の空き地で、ヒメジョオン、オオヨモギ、エノコログサなどの群落が成立しているところであった。土壌はシルト質土壌で礫を若干含んでいた。実験はその群落を取り除き裸地をつくった場所を自然条件に放置することによって行った。裸地は表土を 30 cm (30 cm 区)、10 cm (10 cm 区)、0 cm (地上部刈り取り区) の深さに耕して植物の地下茎などを完全に除去して作った。その際、埋土種子はそのまま残した。その裸地のうゑに 1983 年 5 月 13 日に 1 m × 2 m の方形枠を 1 個置き、その中の植物を調査した。また対照区として全く人為を加えない区を設置した。調査は 1 調査枠の半分を用いて頻度を測定し、残りの半分のうち 1/2 を用いて密度を測った。また 1984 年 5 月 13 日に前年の調査区に隣接して、同じ方法で調査区を作り、処理後 1 年目のデータの不足を補った。調査は 1983 年には 9 月 16 日のみ、1984 年には 5 月 13 日、6 月 18 日、7 月 14 日、17 日、8 月 21 日、22 日、9 月 19 日、20 日、10 月 8 日、9 日と、1983 年度区、1984 年度区共に同じ時期に行った。群落構成種の順位については頻度と密度を用いた積算優占度で表現した。

表 1-a. 30cm耕起区の群落種類組成の季節変化 (積算優占度)

実験区	1984年耕起区				1983年耕起区								
	1984		1983		1984								
調査年	1984		1983		1984								
調査日 (月/日)	JUL 14	AUG 22	SEP 20	OCT 9	SEP 16	MAY 13	JUN 18	JUL 17	AUG 21	SEP 19	OCT 8		
夏一年生草本													
アカザ	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>		100	100	100	100	33	48	4	.	.	13	8
イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>		27	54	48	39	37	.	.	.	.	5	.
アキメヒシバ	<i>Digitaria violascens</i>		.	11	17	17	36	.	.	.	.	.	.
スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>		20	33	15	12	13	.	.	.	.	.	.
エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>		47	19	16	15	.	14	78	60	58	61	42
イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i>		3	20	13	12	3	.	.	.	.	2	2
ムラサキエノコログサ	<i>Setaria viridis</i> forma <i>misera</i>		.	2	7	6	3	.	.	.	.	13	.
ノハラツメクサ	<i>Spergula arvensis</i>		.	1	4	.	.	.	.	.	.	.	.
イヌホウズキ	<i>Solanum nigrum</i>		1	1	1	.	9	.	.	.	.	.	.
オオイヌタデ	<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>nodosum</i>		9	.	.	.	8	.	.	.	.	.	.
キンエノコロ	<i>Setaria glauca</i>		.	4	2	2	9	.	.	.	.	3	.
ヌカキビ	<i>Panicum bisulatum</i>		.	.	5	2	.	.	.	.	.	.	.
スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i>		.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.
エノキグサ	<i>Acalypha australis</i>		.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
タニソバ	<i>Polygonum nepalense</i>		.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
冬一年生草本													
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>		13	.	.	.	27	76	52	66	72	59	40
スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>		.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.
イヌガラシ	<i>Rorippa indica</i>		3	1	4	3	.	.	.	.	3	6	5
キレハイヌガラシ	<i>Rorippa sylvestris</i>		.	.	.	.	3	.	.	8	2	2	2
二年生草本													
メマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>		3	4	11	11	100	10	14	19	15	22	18
多年生草本													
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>		54	28	66	59	1	1	6	43	13	32	17
セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>		.	.	2	2	1	40	50	55	26	63	73
ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>		1	2	2	3	14	41	17	26	9	44	20
オオヨモギ	<i>Artemisia montana</i>		50	42	40	30	26	100	88	100	100	100	100
エゾタチカタバミ	<i>Oxalis stricta</i>		1	1	1	1	9	10	10	10	12	10	6
オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>		.	1	1	2	8	26	26	63	34	46	29
ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>		10	12	7	10	6	.	7	13	12	25	14
エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i>		8	4	4	4	.	49	34	21	11	8	13
オオダイコンソウ	<i>Geum aleppicum</i>		20	.	.	.	.	.	20	24	8	.	.
ヘラオオバコ	<i>Plantago lanceolata</i>		.	.	.	.	.	1	2	1	.	.	.
スギナ	<i>Equisetum arvense</i>		34	.	.	4	3	.	6	3	.	.	.
ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>		.	.	.	1	.	.	17	12	8	23	25
ヒレハリソウ	<i>Symphytum officinale</i>		.	.	.	.	.	.	1	3	2	2	2
木本植物													
トネリコバノカエデ	<i>Acer negundo</i>		.	.	.	.	.	.	41	7	3	5	3
出現種数	18	19	21	21	24	12	18	18	17	21	18		

表 1-b. 10cm耕起区の群落種類組成の季節変化 (積算優占度)

実験区	1984年耕起区				1983年耕起区						
	1984		1983		1984						
調査年	1984		1983		1984						
調査日 (月/日)	JUL 14	AUG 22	SEP 20	OCT 9	SEP 16	MAY 13	JUN 18	JUL 17	AUG 21	SEP 19	OCT 8
夏一年生草本											
アカザ	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>										
イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>										
アキメヒシバ	<i>Digitaria violascens</i>										
スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>										
エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>										
イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i>										
ムラサキエノコログサ	<i>Setaria viridis</i> forma <i>miseria</i>										
ノハラツメクサ	<i>Spergula arvensis</i>										
イヌホウズキ	<i>Solanum nigrum</i>										
オオイヌタデ	<i>Polygonum lapathifolium</i> subsp. <i>nodosum</i>										
キンエノコロ	<i>Setaria glauca</i>										
ヌカキビ	<i>Panicum bisulatum</i>										
冬一年生草本											
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>										
スカシタゴボウ	<i>Rorippa islandica</i>										
ナズナ	<i>Capsella bursa-pastoris</i>										
キレハイヌガラシ	<i>Rorippa sylvestris</i>										
二年生草本											
メマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>										
多年生草本											
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>										
セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>										
ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>										
オオヨモギ	<i>Artemisia montana</i>										
エゾタチカタバミ	<i>Oxalis stricta</i>										
オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>										
ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>										
エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i>										
オオダイコンソウ	<i>Geum aleppicum</i>										
スギナ	<i>Equisetum arvense</i>										
ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>										
クサフジ	<i>Vicia cracca</i>										
出現種数	18	16	21	21	20	12	14	14	13	16	14

表 1-c. 地上部刈り取り区の群落種類組成の季節変化 (積算優占度)

実験区	1984年刈り取り区				1983年刈り取り区						
	1984		1983		1984						
調査年	1984		1983		1984						
調査日 (月/日)	JUL 14	AUG 22	SEP 20	OCT 9	SEP 16	MAY 13	JUN 18	JUL 17	AUG 21	SEP 19	OCT 8
夏一年生草本											
アカザ	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>										
イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli</i>										
アキメヒシバ	<i>Digitaria violascens</i>										
スベリヒユ	<i>Portulaca oleracea</i>										
エノコログサ	<i>Setaria viridis</i>										
イヌタデ	<i>Polygonum longisetum</i>										
ムラサキエノコログサ	<i>Setaria viridis</i> forma <i>misera</i>										
ノハラツメクサ	<i>Spergula arvensis</i>										
イヌホウズキ	<i>Solanum nigrum</i>										
キンエノコロ	<i>Setaria glauca</i>										
スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i>										
ツユクサ	<i>Commelina communis</i>										
冬一年生草本											
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>										
ホソムギ	<i>Lolium perenne</i>										
二年生草本											
メマツヨイグサ	<i>Oenothera biennis</i>										
多年生草本											
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>										
セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>										
ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>										
オオヨモギ	<i>Artemisia montana</i>										
エゾタチカタバミ	<i>Oxalis stricta</i>										
オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>										
ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>										
エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i>										
オオダイコンソウ	<i>Geum aleppicum</i>										
スギナ	<i>Equisetum arvense</i>										
ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>										
カキドオシ	<i>Glechoma hederacea</i> var. <i>grandis</i>										
ヒロハノウシノケグサ	<i>Festuca elatior</i>										
ナガハグサ	<i>Poa pratensis</i>										
出現種数	18	19	19	18	16	9	12	12	10	12	12

表 1-d. 対照区の群落種類組成の季節変化 (積算優占度)

実験区	1983年設置区								
	調査年	1984				1984			
		調査日 (月/日)	SEP 16	MAY 13	JUN 18	JUL 17	AUG 21	SEP 19	OCT 8
冬一年生草本									
ヒメジョオン	<i>Erigeron annuus</i>	19	2	1	17	.	.	.	
多年生草本									
シロツメクサ	<i>Trifolium repens</i>	73	47	60	57	50	49	47	
セイヨウタンポポ	<i>Taraxacum officinale</i>	17	60	42	40	16	80	75	
ゲンノショウコ	<i>Geranium thunbergii</i>	19	7	18	29	14	18	17	
オオヨモギ	<i>Artemisia montana</i>	83	86	87	96	95	78	75	
エゾタチカタバミ	<i>Oxalis stricta</i>	72	.	7	7	3	8	6	
オオバコ	<i>Plantago asiatica</i>	16	4	9	8	8	12	7	
ガガイモ	<i>Metaplexis japonica</i>	32	31	5	13	8	9	16	
カモガヤ	<i>Dactylis glomerata</i>	28	.	2	.	.	.	.
エゾノギシギシ	<i>Rumex obtusifolius</i>	.	2	1	.	.	4	7	
オオダイコンソウ	<i>Geum aleppicum</i>	19	12	13	11	16	16	9	
ムラサキツメクサ	<i>Trifolium pratense</i>	.	.	4	5	11	7	2	
オオハンゴンソウ	<i>Rudbeckia laciniata</i>	14	.	.	.	.	.	.
オオアワダチソウ	<i>Solidago gigantea var. leiophylla</i>	.	6	10	11	8	5	13	
ヒロハノウシノケグサ	<i>Festuca elatior</i>	.	.	43	78	90	69	72	
木本植物									
トネリコバナカエデ	<i>Acer negundo</i>	.	.	.	.	.	1	1
出現種数		11	10	14	12	11	13	13	

結 果

種類組成の変化

30 cm, 10 cmの深さに耕した区, 地上部のみを刈り取った区, 及び対照区に成立した群落の構成種の変化を表 1 a から 1 d までに示した. この実験地に出現した種類数は 24 種類であった. そして, 表にみられるように, 裸地化後 1 年目の群落の優占種はアカザである. そのほか優占度の高い種類としてイヌビエ, スベリヒユ, エノコログサ, シロツメクサ, オオヨモギが挙げられる. しかし, シロツメクサやオオヨモギは耕す時に根系が土壤中に残存していたものから成長した可能性がある. その群落の 2 年目はエノコログサ, ヒメジョオン, オオヨモギが高い優占度を示した. すなわち, この実験地ではアカザ群落からヒメジョオン群落に遷移したことになる. 一方, 地上部刈り取りのみの区はメマツヨイグサが 1 年目に優占し, 2 年目以降はヒメジョオンとなった. さらに, 何の人為も加えない対照区はオオヨモギ, シロツメクサ, セイヨウタンポポ, ゲンノショウコなどが優占した. このことから, 立地の耕起の深さの違いは 1 年目の群落の種類組成に本質的な影響を与えないことが分かった. しかし, 地表面の刈り取りという作用はメマツヨイグサ, ヒメジョオンのような越年草の優占を促進した. もし, 立地に何の人為も加えないならばそこはオオヨモギやシロツメクサのような広葉多年生草本が優占する. この作用は遷移の順序に対応するもので, アカザ・イヌ

ビエからヒメジョオン・メマツヨイグサを経てオオヨモギの群落に遷移が起ることを予想させる。これを生活型の変化としてみると夏型一年生草本から、越年生草本、広葉多年生草本へと遷移することになる。

生活型組成の変化、遷移度及び群落の特性

この遷移を沼田の生育型、繁殖型、ラウンキエーの休眠型の変化の面からみると図1に示したようになる。深さ30cm, 10cmに耕した区では生育型で直立型、休眠型で夏型一年生、散布器官型で重力落下型、地下器官型 R₅ (e-Th-D₄-R₅) の群落が成立した。地上部のみ刈り取りの区では生育型

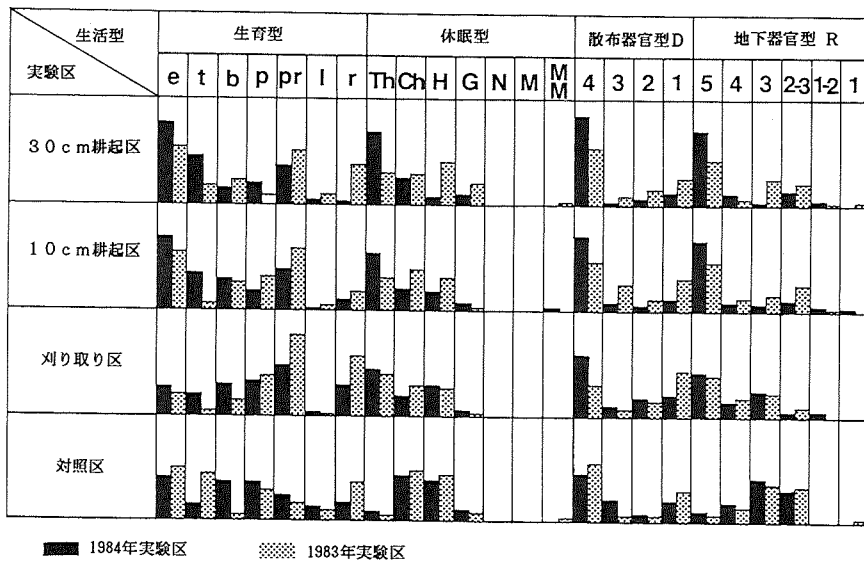


図1. 各実験区に成立した群落の生活型組成

表2. 各実験区に成立した群落の遷移度

調査年	1984年区				1983年区						
	1984				1983			1984			
	JUL	AUG	SEPT	OCT	SEPT	MAY	JUN	JUL	AUG	SEPT	OCT
30 cm 耕起区	69.0	51.0	64.1	52.9	37.6	189.2	353.5	261.2	169.2	203.1	173.4
10 cm 耕起区	89.6	58.5	82.2	53.2	172.2	248.4	206.2	200.7	163.1	112.4	132.5
刈り取り区	110.7	162.9	137.6	124.0	171.2	178.5	195.5	126.0	84.3	116.3	135.5
対 照 区					322.5	243.8	215.1	296.6	290.4	281.5	248.3

遷移度 (Ds) (沼田, 1978)

$$Ds = \sum dl / n \times v \quad (d: \text{各種の優占度}, 1: \text{種の生存年限}, n: \text{出現種数}, v: \text{植被率})$$

表3. 各実験区に成立した群落の個体の分布 (I δ 指数による)

実験区	調査年月日	1/16	1/8	面積 (x0.5m ²)			個体数 (0.5m ²)	
				1/4	1/2	1/1		
30 cm 耕起区	1984 年区	'84 JUL	2.39*	1.53*	1.28	1.07	1.03	143
		OCT	2.73*	1.55	1.00	0.97	0.93	76
	1983 年区	'83 SEPT	2.25*	1.80*	1.23	1.21	0.91	85
		'84 MAY	2.69*	1.65	1.05	1.15	1.12	45
		JUL	0.92	1.10	0.83	1.09	1.09	75
		OCT	0.94	0.62	0.49	0.42	0.41	66
10 cm 耕起区	1984 年区	'84 JUL	1.13	1.04	1.07	1.01	0.95	103
		OCT	1.28	1.30	0.93	0.88	0.76	66
	1983 年区	'83 SEPT	1.20	1.28	1.06	0.86	0.87	131
		'84 MAY	0.98	0.94	0.88	0.93	0.94	154
		JUL	1.49*	1.28	1.16	1.06	0.99	146
		OCT	1.04	1.22	1.00	0.97	0.89	123
刈り 取り区	1984 年区	'84 JUL	0.75	0.90	0.97	1.11	0.74	77
		OCT	1.06	0.99	0.95	0.86	0.90	74
	1983 年区	'83 SEPT	1.11	1.00	1.18	1.03	1.01	177
		'84 MAY	1.20	1.07	1.00	1.03	1.09	134
		JUL	1.17	1.08	1.02	0.93	0.93	151
		OCT	0.92	1.04	0.97	0.94	0.93	133
対照区	1983 年区	'83 SEPT	1.02	0.45	0.70	1.72	1.34	33
		'84 MAY	5.80*	3.03*	2.21*	1.61	1.18	40
		JUL	1.52*	1.86*	1.66*	1.47*	1.27	113
		OCT	1.76	1.66	1.31	1.02	0.80	50

* P<0.01

森下の分散指数 (I δ) (Morishita, 1959)

$$I\delta = q \times \sum_{i=1}^q ni(ni-1) / N(N-1)$$

(q: 方形区数, N: 総個体数, ni: i番目の方形区個体数)

表4. 各実験区に成立した群落の種多様性

実験区	調査年月日	種数	$\alpha^a)$	$d^b)$	$Ec^c)$	$H'^d)$	$J'^e)$		
30 cm 耕起区	1984 年区	'84 JUL	18	3.52	4.50	8.40	1.63	1.30	
		AUG	19	4.17	4.75	9.08	1.62	1.26	
		OCT	21	5.04	5.25	10.27	1.55	1.18	
	1983 年区	'83 SEPT	24	5.81	6.00	15.23	2.01	1.46	
		'84 MAY	12	2.85	3.00	6.24	1.23	1.14	
		JUL	18	4.05	4.50	9.82	1.88	1.49	
		AUG	17	4.39	4.25	9.57	1.55	1.26	
		OCT	18	4.46	4.50	9.98	1.72	1.37	
	10 cm 耕起区	1984 年区	'84 JUL	18	4.17	4.50	9.08	1.62	1.26
			AUG	16	3.87	4.00	8.13	1.35	1.09
			OCT	21	5.58	5.25	10.63	1.55	1.15
		1983 年区	'83 SEPT	20	4.37	5.00	10.45	1.89	1.43
MAY			12	1.90	3.00	7.77	1.03	0.99	
JUL			14	2.57	3.50	6.39	0.94	0.82	
AUG			13	2.73	3.25	6.02	0.71	0.64	
OCT			14	2.91	3.50	6.64	0.89	0.76	
刈り 取り区		1984 年区	'84 JUL	18	4.11	4.50	8.88	1.38	1.10
			AUG	19	4.70	4.75	10.56	1.66	1.29
	OCT		18	4.11	4.50	9.21	1.36	1.08	
	1983 年区	'83 SEPT	16	2.91	4.00	7.25	1.43	1.18	
		'84 MAY	9	1.54	2.25	5.93	0.94	0.99	
		JUL	12	2.11	3.00	5.22	0.76	0.70	
		AUG	10	1.90	2.50	4.36	0.47	0.47	
		OCT	12	1.83	3.00	5.25	0.83	0.77	
	対照区	1893 年区	'83 SEPT	11	2.67	2.75	6.65	1.16	1.11
			MAY	10	1.85	2.50	5.26	0.73	0.76
JUL			12	2.26	3.00	9.09	1.22	1.13	
AUG			11	2.40	2.75	7.33	1.00	0.96	
OCT			13	3.10	3.25	7.22	1.21	1.08	

a) Fisher の種多様度指数 (α), $S = \alpha \log_e (1 + N/\alpha)$ (S: 総出現種数, N: 総個体数)

b) Gleason の種密度 (d), $d = S/\log_{10} A$ (S: 種数, A: 面積)

c) Whittaker の均等度指数 (Ec), $Ec = S/\log \pi - \log p_s$

(S: 種数, π : 第1位の種の相対優占度, p_s : 最下位の種の相対優占度)

d) Shannon の多様度指数 (H'), $H' = -\sum \pi \log \pi$ (π : 相対優占度, 対数の底: 10, 単位 dit)

e) Pielou の均等度指数 (J'), $J' = H'/\log S$ (H' : Shannon 関数の H' , S: 出現種数)

(伊藤・宮田, 1977, Whittaker, 1956, 1972による)

が部分ロゼット型 (Pr) という点が異なるだけであとは一致した。2年目になると群落の優占種は部分ロゼット型 (Pr) 及び地表型 (H), 冬型一年生 (Thw), 風散布型 (D₁), 地下器官型は R₅型になった。この生活型組成をもとにして計算した群落遷移度 (沼田 1978) を表 2 に示した。裸地化後 1年目の群落の遷移度は群落の最も発達した 8月で 51 (30 cm耕起区), 59 (10 cm耕起区)であった。地上部のみ刈り取りの区 (0 cm区), 対照区でそれぞれ 163, 323 (9月), となった。耕起区は 2年目にはそれぞれ 169, 163 へと増加した。

耕起区 (30 cm区) の 1 m × 0.25 m の面積の個体密度は 1年目の 9月に 85, 2年目の 5月に 45, 7月に 75, 10月に 66 と変化した。個体の分散の均質度を示す I_d 指数はほぼ 1 で個体の分散は均質であることが示された。また他の実験区でもほぼ似た傾向を示した (表 3)。また, 群落の種多様性を示す Shannon (H') 関数は 8月で 30 cm区 1.48, 10 cm区で 1.35, 地上部刈り取り区で 1.66 であった (表 4)。

このようにして成立した群落構成種間の順位関係を図 2 に示した。この図からも分かるように構成種間には等比級数則が成立している。

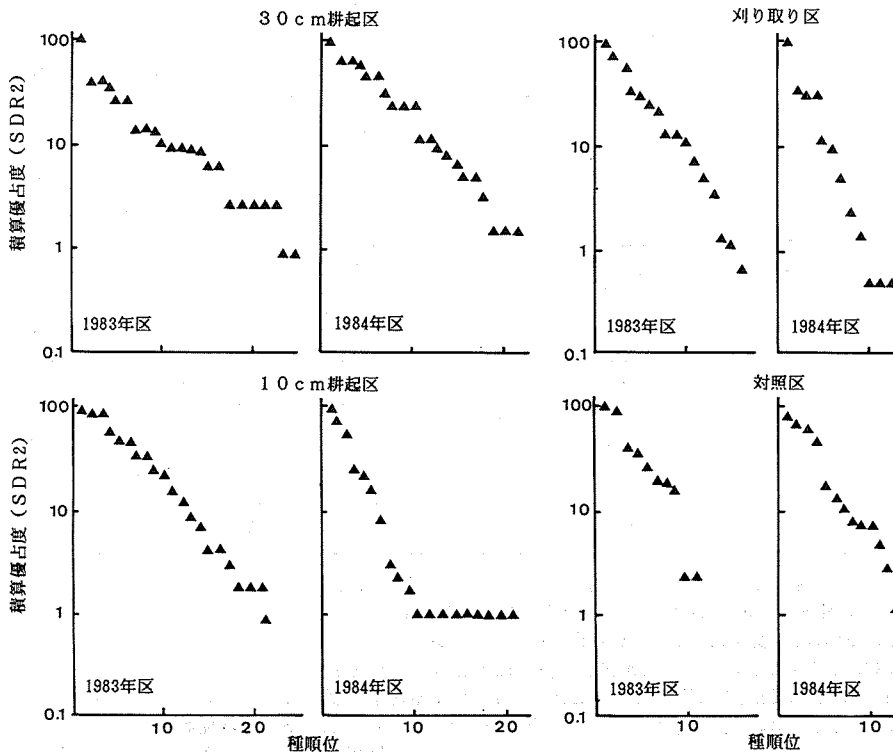


図 2. 各実験区の群落の優占度—種順位関係

考察と結論

この実験結果と実験地付近の観察から明らかなように、旭川の草本段階の遷移系列はアカザ群落、ヒメジョオン群落、オオヨモギ群落、ススキ群落の順序である。この後遷移は木本段階にはいり先駆種はシラカンバである。この遷移系列は長野県菅平のそれと類似している。すなわち旭川のアカザのステージは菅平ではシロザ、オオヨモギのステージはヨモギにあたり、ヒメジョオン期とススキ期は同じであった。さらに、ドイツのゲッチングンで実験を行った Schmidt (1981) によれば先駆群落の優占種はシロザ、*Senecio vulgaris* で、次のステージはヒメムカシヨモギ、*Galium aparine*、であった。このようにして、気候的に冷温帯に属する地域の二次遷移上の群落は優占種が共通の場合が多い。また優占種のみでなく構成種でもエノコログサ、ハルタデ、あるいはシロツメクサなどを含み群落類似度の高いことが分かる。一方、気候帯が暖温帯に属する地域では二次遷移の先駆種はメヒシバ、ブタクサである。これは千葉 (沼田 1956)、Illinois (Bazzaz 1968)、Georgia (Daniel and Platt 1968)、North Carolina (Oosting 1942, Keever 1950)、New Jersey (Bard 1952) で共通であった。しかし、ブタクサは冷温帯の長野県野辺山で優占群落を形成したので暖温帯のみとはいえない。やはり、暖温帯ではメヒシバが優占種になる確立が高いといえるだろう。そして2番目のステージはどの地域でも *Erigeron* 属の種類が優占種となる確立が最も高い。これを、生活型の面からみると、夏型一年生草本、越年生 (二年生) 草本、広葉多年生草本、イネ科多年生草本となり、全ての地域でこの順序に遷移が進む。

こうして、二次遷移の出発点という初期条件が与えられると、そこには類似の種類が優占群落ができ遷移するという規則性の存在が明らかになった。この初期条件というのは「ある場所を、埋土種子を残してすべての植物体を取り除き裸地にする」という条件である。そしてこのような立地を二次遷移の出発点と定義し、そこに最初に成立する群落を先駆群落とする (Hayashi 1977)。したがって、旭川では先駆群落はアカザ群落であり、4つの草本期群落ののちエゾヤマハギの低木群落を経てシラカンバ群落の木本期に遷移することになる。その後シラカンバ群落はミズナラ群落に遷移するので、結局裸地から7ステージを経て旭川地方の極相林が形成されることになるだろう。

このようにして成立した先駆群落は個体密度が高く、個体の分散は均質であった。そして、群落の種多様性は遷移の過程で高く維持され、しかも種類間には等比級数則が成立していた。これはいろいろな種類が群落空間を分け合って生育していることを示している。しかもその関係自体は崩さずに、構成種が入れ替わっていることが分かる。これも植物群落がもつ秩序性を示すものといえるだろう。

なぜこのような群落体制の遷移が起こるのか、そのメカニズムを解明するのは今後の課題である。

引用文献

- Bard, G.E., 1952. Secondary succession on the Piedmont of New Jersey. *Ecological Monographs*, 22: 195-215.
 Bazzaz, F.A., 1968. Succession on abandoned fields in the Shawnee Hills Southern Illinois. *Ecology*, 49: 924-936.
 Bornkamm, R. und Hennig, U., 1982. Experimentelle-okologische Untersuchung en zur Sukzession von ruderalen Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Boden. I. Zusammensetzung der Vegetation. *Flora*, 172: 267-316.
 Daniel, C.P. and Platt, B.B., 1968. Direct and indirect effects of short term ionization on old field succession. *Ecological Monographs*, 38: 1-29.

- 林 一六, 1967. 菅平地方における植物遷移の研究 (1). 菅平研報, 1: 1-18.
- 林 一六, 1969. 菅平地方における植物遷移の研究 (2). 日生態会誌, 19: 75-79.
- Hayashi, I., 1977. Secondary succession of herbaceous communities in Japan. *Jap. J. Ecol.*, 27: 191-200.
- 伊藤秀三・宮田逸夫, 1977. 群落の種多様性. 伊藤秀三編, 群落の組成と構造 (植物生態学講座 2) pp. 76-108. 朝倉書店.
- 伊藤裕康・林 一六・中村 徹, 1989. 日本の冷温帯, 暖温帯における初期二次遷移の比較. 菅平研報, 10: 97-123.
- 桑原義晴, 1957. 北海道南部地方の耕地・耕作放棄地にみられる雑草群落とその推移. 日生態会誌, 7: 140-144.
- Keever, C., 1950. Causes of succession on old fields of the Piedmont, North Carolina. *Ecological Monographs*, 20: 230-250.
- Morishita, M., 1959. Measuring of the dispersion of individuals and analysis of the distributional pattern. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser.E.(Biol.)*, 2: 215-235.
- 村松正幸・西村伸郎・西條好迪, 1988. 飛騨地域の山間休耕地における植生遷移. 日生態会誌, 38: 121-133.
- 沼田 真, 1956. 雑草群落の発達: 第二次遷移の初期段階の解析II. 日生態会誌, 6: 62-66, 89-93.
- 沼田 真, 1978. 遷移度概念とその適用. 吉岡邦二博士追悼 植物生態論集, pp. 60-70. 仙台.
- 沼田 真・山井 宏, 1955. 雑草群落の形成過程: 第二次遷移段階の解析I. 日生態会誌, 4: 166-171.
- Oosting, H.J., 1942. An ecological analysis of the plant communities of Piedmont, North Carolina. *The American Midland Naturalist*, 28: 1-126.
- Osbornova, J., M.Kovarova, J.Leps, and K.Prach, ed., 1990. Succession in abandoned fields: Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia. 166 p. Kluwer Accademic Publishers Dordrecht.
- Schmidt, W. 1981. Ungestorte und gelenkte Sukzession auf Brachackern. 199 p. Verlag erich Goltze GmbH Co. KG, Göttingen.
- Takahashi, Y. and I.Hayashi, 1978. An experimental study on the development of herbaceous communities in Sugadaira, Central Japan. *Jap. J. Ecol.*, 28: 215-230.
- Whittaker, R.H., 1956. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147: 250-260.
- Whittaker, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.
- Whittaker, R.H., 1974. *Communities and Ecosystems*, 2nd ed., 385 p. Macmillan Publishing Co., Inc., New York, U.S.A. (宝月欣二訳, ホイッター生態学概説, 培風館, 363 p.)