

霧ヶ峰草原の植物生態学的研究 1 :

攪乱の影響を定量化するために提唱された Index of dynamic status の汎用性

加藤 順*・中川瑠美・川上美保子

はじめに

遷移は群落の種組成の時間的変化であり、優占種の交代を伴う。二次遷移は埋土種子集団以外の植物体を除いた裸地からの群落の遷移であるが、自然界では攪乱の影響を受けない遷移の調査研究は難しく、攪乱がないことを想定した理想的な状態での典型的な二次遷移の実験的研究が進んだ。冷温帯の立地では、1 年目シロザ、2 年目ヒメジョオン、4 年目ヨモギ、8 年目ススキと優占種が持つ生活史上の性質の相違により二次遷移が進むことが実験的に確かめられた (林 2003)。

遷移の進行に伴う種組成の変化を定量化するため、沼田 (1961) は種を 1 年生草本・多年生草本など大枠で分類して算出した遷移度を提唱した。また沼田 (1962) は草地診断のため状態指数を提唱し、状態診断の定量化を提案した。Nakamura et al. (2000) は、Stand quality index により過放牧による攪乱を定量化した。しかし、これらは草原への火入れに起因する群落の種組成に生ずる微細な相違を定量化するには向いていなかった。

Kato and Kawakami (2013) は、Index of dynamic status (IDS) を提唱し、種組成に生ずる微細な攪乱の影響を、林 (2003) が明らかにした二次遷移の機構を用いて定量化を試みた。林 (2003) は時間の変化にどういった種が優占するかの対応を明らかにしたので、Kato and Kawakami (2013) は、その逆に群落に生育する優占種に裸地からの経過年数 (いわば年齢) を対応させる方法をとった。すなわち、シロザが優占した群落は年齢に相当する数値を 1 とし、ヒメジョオンが優占した群落は年齢に相当する数値を 2 とした。同様に、ヨモギが優占する群落に 4、ススキが優占する群落に 8 を割り当てた。言い換えると、群落の構成種のうち 1 年目優占種シロザと同じ生活史上の性質をもつ種、つまり重力散布型種子生産をする 1 年草の種にすべてスコア 1 を与え、2 年目優占種ヒメジョオンと同じ生活史上の性質をもつ種、つまり風散布型種子生産をする 1 ~ 2

年草の種にスコア 2 を与えた。同様に 4 年目優占種ヨモギと同じ生活史上の性質をもつ種、つまり地下茎を長く延ばす多年草の種にスコア 4 を与え、8 年目優占種ススキと同じ生活史上の性質をもつ種、つまり株立ちする多年草の種にスコア 8 を与えた。群落の構成種すべてにその生活史上の性質に応じたこれらのスコアを与え、植生調査で得られたその種の μ -value (草丈と被度の積) で重みをつけたものの積算をその群落の IDS とした。二次遷移 n 年目の群落の IDS は、ほぼ n に等しくなることがわかり、いわば草原の年齢に相当する数値となる。

しかし、彼らは提唱した IDS の有用性を乾燥した立地でしか実験していなかった。湿潤な立地でも IDS の有用性を確認できるのかを実験したので、今回報告する。

調査地と方法

調査地

調査地は、主にススキが優占する草原で、車山 (北緯 $36^{\circ} 06'11''$ 、東経 $138^{\circ} 11'49''$ 、標高 1925m) の南側に広がる、なだらかな斜面に位置した。年間平均気温 6.5°C 、年間降水量 1281mm、温量指数 $52^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ 、寒さの指数 $-41^{\circ}\text{C}\cdot\text{月}$ である (KiNOA 未発表)。1960 年代までは堆肥や家畜の飼料のための草刈場であった (栗原ほか 2002)。土壌は火山灰を起源とする黒ボク土であった (鈴木 私信)。

調査は、約 200ha の草原の中に最低限 100m 離して、5 ケ所の永久調査区 A、B、C、D、E を設定した。A と B は、斜面上部に位置した。C、D、E の 3 ケ所は谷底に位置し、一番下流に C、一番上流に E、真ん中に D が位置した。この 200ha は、2013 年 4 月 28 日当初 10ha を火入れして、その火が突風により延焼した場所であった。対照となる調査区として、延焼地に隣接し、2008 年に雑木処理を実施し、その後は放置してある場所に、永久調査区 F を設置した。調査区 F は、火入れという攪乱にはあっていなかった。各調査区は 30m のラインに $1\text{m} \times 1\text{m}$ の調査枠 10 個を図 1 のように規則的に設置した。

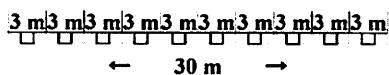


図 1. 調査枠の配置方法

植生調査

調査は、2013 年 8 月 29、31 日に各調査区 10 枠に生育する種すべてについて、種名、草丈 (cm) と目測による被度 (%) を記録した。種名は、長野県植物誌 (清水 1997) に準拠した。

IDS の計算

IDS を求めるため、まず、調査枠に生育する構成種の ν -value を算出した。IDS は次式によって求めた。

$$IDS = \sum (yr \times weight) \quad (1)$$

ここで yr は、構成種の生活史上の性質を元与えたスコア、 $weight$ はその構成種の重みで、次式で定めた。

$$weight = \nu\text{-value} / (\sum \nu\text{-value}) \quad (2)$$

ν -value は草丈 (cm) と被度 (cm^2) の積で、地上部乾燥質量と相関があるといわれている (定ほか 1999、Yiruhan et al. 2001、Kobayashi et al. 2003、Kawada et al. 2005)。

スコアについては、裸地からの二次遷移のステージの考え方 (林 2003) を応用して、生育する種に次のように与えた。1 年生草本 (重力散布型種子生産) へは 1 を、越年生草本 (風散布型種子生産) へは 2、多年生草本の場合は、地下茎を長く延ばす性質を持つ種の多年生草本へは 4、イネ科やカヤツリグサ科に多く見られる、生育型がそう生 (株立ち) する種へは 8 を与えた。スコアを決めるときに、生活史上の性質は、沼田・吉沢 (1975)、沼田 (1990)、長田 (1993)、宮脇ほか (1994)、清水 (1997)、星野・正木 (2011) を参照した。詳細は Kato and Kawakami (2013) に記載してある。

生育種による生息環境の湿潤度の評価

生育する種について、長野県植物誌 (清水 1997) を用いて生息環境を調べた。生息環境の記述に、溪流沿い、湿原などの湿潤な環境を意味する場所の記載が含まれていれば、湿潤な場所に生育する種 (W-species) とした。 ν -value 合計に占める W-species の ν -value 合計の比率 (%) を求めて、生

育種による生息環境の湿潤度の評価とした。

結果

調査区 A、B、C、D、E、F の種組成と ν -value、 yr 、W-species を表 1 に示す。各調査区で ν -value の一番大きい種 (優占種) は、A、B、E、F はススキであり、C、D はオニゼンマイであった。ヨモギ、チュウゼンジスゲ、ワラビはすべての調査区に出現し、 ν -value の大きさも上位であった。IDS と湿潤度を表 2 に示す。草原の年齢に相当する IDS の数値は、火が入っていない F で大きく、火が入った調査区 A、B、C、D、E では小さかった。湿潤度をみると、谷底に位置する C、D では大きく、同じ谷底でもそれらより上流に位置する E は斜面に位置する調査区と同程度に小さかった。オニゼンマイが優占種となるのは湿潤度の数値が大きかった調査区であった。非火入れの調査区をみると、IDS の数値は湿潤度の大小とは関係なく火入れ区より大きかったため、湿潤な立地でも IDS の有用性が確認できた。

考察

今回は 1 年間の実験結果ではあるが、IDS への湿潤度の影響は少ないと考えられるが、さらに数年間の継続的な調査研究を要する。また IDS が 8 前後の群落ではなくて、たとえば 4 前後の群落ではどうかなど、さらに解明すべき点はある。

またオニゼンマイは、長野県内では霧ヶ峰～八ヶ岳には多いが他地区の分布は希少 (清水 1997) である。それゆえ、オニゼンマイの生息しない地区で、湿潤な環境ではどのような種がススキやオニゼンマイの代わりに優占するか不明であるので、そのような場面での IDS の汎用性が試される。

オニゼンマイというシダ植物になっても、IDS の有用性が確かめられたのは、生活史上の性質が遷移をすすめる、つまり地下茎を延ばす多年草から株立ちする多年草へと遷移がすすむ、という林 (2003) の考え方の有用性が確認されたとも言える。

謝辞

今回の調査研究にあたり、上桑原牧野農業協同組合・下桑原牧野農業協同組合・小和田牧野農業協同組合・諏訪市生活環境課・諏訪地方事務所環境課・霧ヶ峰自然保護センター・小松研一氏から理解と協

表 1. 各調査区の種組成

数値は $v\text{-value}(10^2 \text{ cm}^3 / \text{m}^2) \cdot \text{yr}$ と W-species は本文参照

種	調査区						yr	W-species
	A	B	C	D	E	F		
ススキ	7260	4645	1332	170	5522	5864	8	-
オニゼンマイ			2888	4263			8	W-species
ヨモギ	686	645	137	87	814	105	4	-
チュウゼンジスゲ	157	182	390	371	419	74	8	-
ヨツバヒヨドリ	457	311		36	212	339	4	W-species
ワラビ	240	37	281	85	270	164	4	-
ケトダシバ	222	32			750	2	8	-
ニッコウザサ	38	486	4		2	338	16	-
ウラジロレンゲツツジ						756	16	-
ハンゴンソウ	441					29	4	W-species
オオアブラススキ	154	64		7	98	46	8	-
アキノキリンソウ	28	8	31	101	97	63	4	-
ヒメシダ		1	64	3	185		8	W-species
ウスゲトダシバ	12	216			24		8	-
ミツバツチグリ	37	38	35	49	29	28	4	-
サルマメ	125	2			8	53	4	-
ハリガネスゲ			173				8	W-species
ノコンギク		16	79	8	41		4	W-species
レンゲツツジ	1		7			126	16	-
チョウセンカワラマツバ	8	22	29	30	36		4	-
ヒメシロネ				16	100		4	W-species
チダケサシ	36		23		30		4	W-species
ニガナ	14	38	1	1	6	18	4	W-species
サクラスミレ	10	12	22	5	13	15	4	-
アキノウナギツカミ			75				1	W-species
ミヤマワレモコウ	5	24	22	6	7	9	4	-
ヘビノネゴザ		2	2		1	68	8	-
スズラン	5	1	9	12	16	19	4	-
マルバハギ	18	6		9	1	18	4	-
イヌゴマ					49		4	W-species
アカバナシモツケソウ			43				4	W-species
ヒメスゲ	3	11			1	28	8	-
コウヤワラビ			37	4			4	W-species
アキカラマツ			36		2		4	-
ヒメスイバ			1		36		4	-
ヤマハハコ		32				4	4	-
ヘラバヒメジョオン			19	4	12		2	-

チゴユリ	0	3		1	3	27	4	-
ノハナショウブ			8	9	17		8	-
オオヤマフスマ		3	5	10	15		4	-
コメガヤ			18	11	3		6	-
オカトラノオ		1			3	23	4	-
ノアザミ	10	0	8		1	8	4	-
コバギボウシ	1		10	1	14		4	-
イタドリ					12	12	4	-
ヤマカモジグサ			9		12		8	-
ミヤマニガイチゴ	19				1		16	-
オニツルウメモドキ	4	5			1	9	16	-
ノダケ			3	5		10	4	-
メマツヨイグサ	2	1	1	3	2	9	1	W-species
ネコヤマヒゴタイ			18				4	W-species
アケボノスミレ	2	15					4	-
タカトウダイ		1	7	2		7	4	-
ツリガネニンジン			2			13	4	-
シロスミレ	2	10			2	1	4	-
リンドウ	1				12	1	4	W-species
マンセンカラマツ			5	4		5	4	-
エゾボウフウ			12	2			4	-
ノハラアザミ	1	7	5				4	-
アケボノソウ			12				1.5	-
オオネバリタデ					12		1	-
シシウド						11	4	-
イヌトウバナ	8	0		1	2		4	W-species
タチフウロ	0	3	1			7	4	-
エゾフユノハナワラビ	1	10					4	W-species
ヤマホタルブクロ	4	3	1	2	0		4	-
イブキトラノオ			10				4	-
フィリフモトスミレ	3	3		0	0	4	4	-
シラヤマギク		2		4	2		4	-
アマドコロ			1	3		3	4	-
サンリンソウ			7				4	-
ハクサンフウロ			3	4			4	-
コウリンカ		2			5		4	W-species
ツボスミレ			4	2	1		4	W-species
ゼンテイカ				6			4	-
ヒメイズイ			1	4	1		4	-
メタカラコウ			6	0			4	W-species
ミヤマタムラソウ			6				4	-
キンバイソウ			6				4	W-species
ゴマノハグサ		6					4	-
イブキボウフウ	4			1			4	-
ヒメジョオン			4		1		2	W-species
コオニユリ			3			2	4	-
ミズオトギリ			5				4	W-species

ヤマラッキョウ					4	4	-
ミズナラ			1	3		64	-
ショウジョウスゲ		4				8	-
アカバナ		4				4	W-species
カサスゲ		1	3			8	W-species
ズミ	1			3		16	-
ヤマスズメノヒエ			3			4	-
フナバラソウ		3				4	-
キツリフネ			3			1	W-species
オトギリソウ			3			4	-
ヤブマメ				3		1	-
ホソバノヨツバムグラ			3			4	W-species
ヌカボシソウ				2		8	-
オミナエシ					2	4	W-species
ミヤマナルコユリ		1	1			4	-
ホソバノキリンソウ			2			4	-
キバナノヤマオダマキ				2		4	-
クサボケ					2	4	-
クリンソウ			2			4	W-species
グンナイフウロ					2	4	-
ヤマヌカボ		2				8	-
ナガボノアカワレモコウ			2			4	W-species
ミヤコアザミ				1		4	-
カントウマユミ				1		16	-
シュロソウ				1		4	-
シオデ				1		4	-
ヒメハギ		1				4	-
ヤグルマソウ			1			4	W-species
アオイスマレ				1		4	-
タガネソウ				1		4	-
ヤマトキシソウ					1	4	W-species
不明種	1	4		1	1	6	

表2. 各調査区の IDS と湿潤度

項目	調査区					
	A	B	C	D	E	F
IDS	7.2	7.8	7.3	7.6	7.2	8.7
湿潤度	10	6	58	81	7	5

力を得たので記して謝意を表す。筑波大学名誉教授林一六博士から有意義なコメントを得た。調査研究は次に記す霧ヶ峰植物研究会のメンバーの協力があった、今井俊枝・植松直樹・加々美貴代・垣内美佐子・垣内雄治・甲田美奈子・高木志津子・手塚清子・西澤純子・野々村孝子・吉村素野香（五十音順）。

文献

- 林 一六. 2003. 植物生態学. 古今書院.
- 星野卓二・正木智美. 2011. 日本カヤツリグサ科植物図譜. 平凡社.
- Kato J, Kawakami M. 2013. Analysis of effects of burning in grasslands with quantifying succession stages by life-history traits in Kirigamine, central Japan. *J Ecol Env* 36: 101-112.
- Kawada K, Vovk AG, Filatova OV, Araki M, Nakamura T, Hayashi I. 2005. Floristic composition and plant biomass production of steppe communities in the vicinity of Kharkiv, Ukraine. *Grassl Sci* 51: 205-213.
- Kobayashi H, Nakamura Y, Watanabe Y. 2003. Analysis of weed vegetation of no-tillage upland fields based on the multiplied dominance ratio. *Weed Biol Manage* 3: 77-92.
- 栗原雅博・中野浩平・熊田章子・古谷勝則. 2002. 霧ヶ峰の二次草原における伝統的土地利用方法とその衰退に関する研究. 環境情報科学. 別冊
- 環境情報科学論文集 16: 115-120.
- 宮脇昭・奥田重俊・望月陸夫. 1994. 日本植生便覧改訂版. 至文堂.
- Nakamura T, Go T, Wuyunna, Hayashi I. 2000. Effects of grazing on the floristic composition of grasslands in Baiyinxile, Xilingole, Inner Mongolia. *Journal of Japanese Society of Grassland Science*. 45: 342 - 350.
- 沼田 真. 1961. 生態遷移における問題点—とく二次遷移診断について. *生物科学*. 13: 146 - 152.
- 沼田 真. 1962. 遷移度と状態指数による草地診断. *科学*. 32: 658 - 659.
- 沼田 真. 1990. 日本山野草・樹木生態図鑑. 全国農村教育協会.
- 沼田 真・吉沢長人. 1975. 日本原色雑草図鑑. 全国農村教育協会.
- 長田武正. 1993. 増補日本イネ科植物図譜. 平凡社.
- 定 由直・三浦励一・伊藤操子. 1999. 被度と草高に基づく雑草バイオマス推定の可能性について. *雑草研究*. 44: 106-107.
- 清水建美. 1997. 長野県植物誌. 信濃毎日新聞社.
- Yiruhan, Hayashi I, Nakamura T, Shiyomi M. 2001. Changes in floristic composition of grasslands according to grazing intensity in inner Mongolia, China. *Grassland Science*. 47: 362-369.