

シカ被害森林のチョウ類相 (兵庫県 of チョウ類トランセクト調査 5)

近藤 伸一¹⁾

はじめに

兵庫県の南但馬地域 (養父市・朝来市) は、増えすぎたニホンジカ (以下、シカ) に森林の下層植生が食べつくされ、林床の植物は衰退してしまった。このような森林で、どのようなチョウ類が生息しているのを明らかにするため、チョウ類のトランセクト調査を行った。その結果、シカ被害が進んだ森林に生息するチョウ類は、種類数、個体数ともに異常に少なく、また構成している種も大変かたよっていることが判明した。

I シカ被害によって下層植生が衰退した兵庫の森林

兵庫県森林動物研究センターでは県内の (淡路島を除く) 落葉広葉樹林の下層植生の衰退度を調査した。下層植生の衰退の程度を、低木層の残っている割合で 6 段階にランク分けして分布図を作成した (藤木, 2012)。

無被害: シカの食痕が確認されない林分

衰退度 0: 低木層が 50% 以上残っている林分

衰退度 1: 低木層が 50 ~ 25% の林分

衰退度 2: 低木層が 25 ~ 10% の林分

衰退度 3: 低木層が 10 ~ 1% の林分

衰退度 4: 低木層が 1% 未満の林分

(図 1 位置図・下層植生衰退林分布図)

2006 年時点では南但馬周辺と豊岡市西部周辺が最も衰退していたが、その後の 4 年間で衰退区域はさらに拡大し、兵庫県 (淡路を除く) 全体の 4 割に上っている。一方、シカが食べない植物 (以下、シカの不嗜好性植物) が優占しはじめ、2000 年頃にはシカの不嗜好性植物が林床を覆う地域も現れ始めた。

II チョウ類のトランセクト調査

1 調査場所

調査は南但馬の須留ヶ峰 (1054m) 北山麓に位置する養父市大屋町宮本・養父市森及び、東山麓に位置する朝来市立脇の 3 か所で行った。

下層植生衰退林分布図によると、養父市大屋町宮本、養父市森は衰退度 3 の区域、朝来市立脇は衰退度 3 ~ 2 の境界付近に位置する。

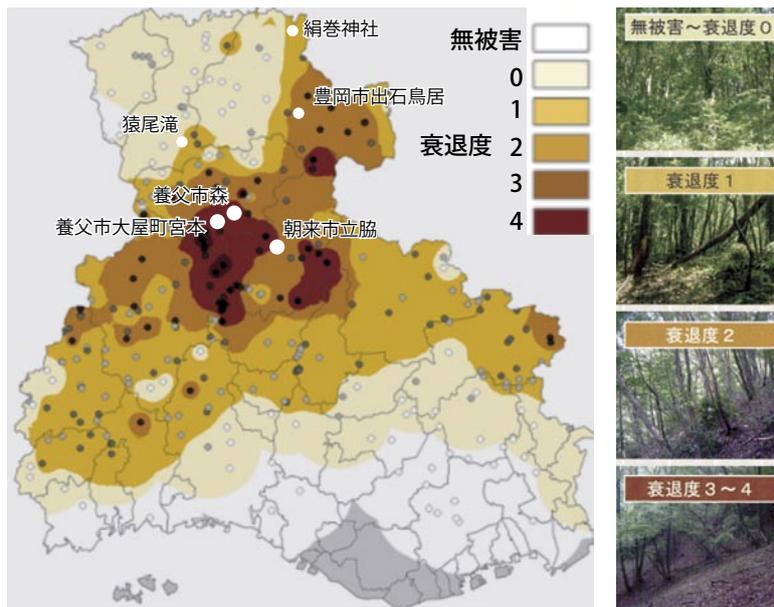


図 1 位置図・下層植生衰退林分布図 (2006 年兵庫県森林動物研究センター調べ)。

¹⁾ Shinichi KONDO 兵庫県朝来市

2 調査地の概要

①養父市大屋町宮本 (以下, 養父市宮本) (図2 調査コース図, 写真1~8)

大屋川支流の明延川に位置する宮本集落から東に1.5km離れた位置にある須留ヶ峰登山道をコースとした。登山道の起点から谷沿い歩道上に、850mのコースを設定した。起点標高は260m, 終点標高は370mである。

コース周辺の森林はほとんどが広葉樹の2次林で、杉を中心とした人工林が、谷に沿って帯状に点在する。森林内はシカの採食の影響を強く受けて、下層植生はシカの不嗜好性植物以外はほとんど見られず、裸地化している林床が大半である。歩道周辺はイワヒメワラビ、マツカゼソウ、ダンドボロギクなど特定のシカ不嗜好性植物が覆い、秋から春にかけては裸地化する。

②養父市森 (図3 調査コース図, 写真9~12)

大屋川支流建屋川に位置する奥山集落から西に1km, カカナベ峠に通じる谷沿いの林道に850mのコースを設定した。約200m下流に農地がある。

起点は標高180m, 終点標高は250mである。森林はスギ、ヒノキの人工林である。調査コースに接した斜面や谷間には広葉樹の2次林が点在するが、幅は10m以下である。シカの採食の影響を強く受けて、低木層は

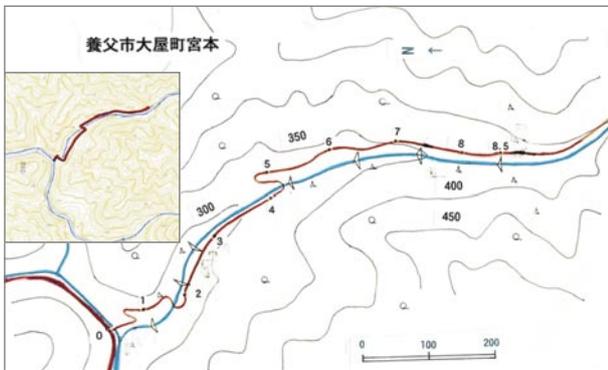


図2 養父市大屋町宮本 調査コース図.



図3 養父市森 調査コース図.

ほとんど見られない。シロダモ、ミツマタ、シンジュなどのシカの不嗜好性植物が部分的に見られる。

③朝来市立脇 (図4 調査コース図, 写真13~16)

円山川左岸の谷間に造成された新興住宅地の周囲を1周する1250mのコースを設定した。山道, 宅地内道路, 造成緑地を利用したコースで, 最低標高150m, 最高標高190mである。

区域の北東側はスギ・ヒノキの人工林, 南西側は広葉樹の2次林である。シカの密度は高いが, 住宅に近接していること, 宅地裏山を播但連絡道路が走り森林の一部を分断していることなどの影響で, 下層植生の衰退の程度は低く, 林縁部にはネザサ, ヤネフキザサが残っている。

3 チョウ類のトランセクト調査

(1) 調査日時

2009年4月3日から10月23日にかけて月に3回の割合で調査した。月の1~10日を上旬, 11~20日を中旬, 21~31日を下旬とし, 各旬に原則1回の調査を行った。

調査は晴れた日に実施することに心がけた。養父市宮本・森の2カ所を同じ日に, 時間帯は養父市森:10時~10時30分ごろ, 養父市宮本:11時~11時30分ごろ。朝来市立脇はいずれも午後(13時30分~14時ごろ)に行った。

(2) 調査方法

調査方法はトランセクト法でおこなった。3地区ともコースを約30~40分間で歩き, 左右及び上部約5mの範囲内で目撃したチョウ類をカウントした。種の同定は目視でおこなった。

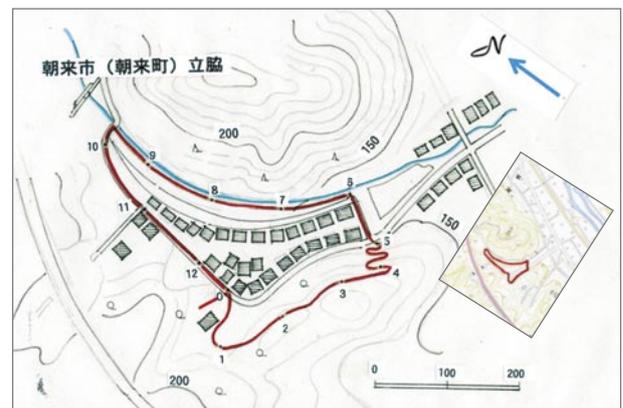


図4 朝来市立脇 調査コース図.

表1 トランセクト調査結果. 養父市大屋町宮本, 標高 260 ~ 370m, 調査延長 850m.

	調査月		4			5			6			7			8			9			10			集計 (a)	割合 (%)	指数 (b)	a × b
	日		3	12	24	5	15	29	4	14	22	4	13	26	8	17	27	9	14	29	5	12	23				
1	クローアゲハ									1													1	0.9	3	3	
2	スジグロシロチョウ									1					1								2	1.9	3	6	
3	キタキチョウ		1		1						1	1	3	3	6	7	3	1	2	3	1		34	33.6	1	34	
4	コツバメ	1																					1	0.9	4	4	
5	ルリシジミ								2	2				1			1					6	5.9	2	12		
6	ヤマトシジミ										1		6	3	1	6		3					20	19.8	1	20	
7	ウラギンシジミ																				1		1	0.9	2	2	
8	ヒョウモンチョウ類 sp.																				1		1	0.9	4	4	
9	ルリタテハ	2			1			1														1	5	4.9	3	15	
10	コムスジ																2						2	1.9	3	6	
11	アカタテハ								1												1		2	1.9	3	6	
12	テングチョウ	7	2						2														11	10.8	3	33	
13	ヒメウラナミジャノメ					1	1	2	2					5		1							12	11.8	3	36	
14	ジャノメチョウ													2									2	1.9	4	8	
15	アサギマダラ																				1		1	0.9	4	4	
	計	10	3	0	2	1	1	3	8	4	0	2	1	10	7	14	15	5	4	3	5	3	101	100	1.910	193	

表2 トランセクト調査結果. 養父市森, 標高 180 ~ 250m, 調査延長 850m.

	調査月		4			5			6			7			8			9			10			集計 (a)	割合 (%)	指数 (b)	a × b
	日		3	12	24	5	15	29	4	14	22	4	13	26	8	17	27	9	14	29	5	12	23				
1	カラスアゲハ					2	1								1								4	3.1	4	16	
2	アオスジアゲハ						2																2	1.5	1	2	
3	クローアゲハ				1																		1	0.7	3	3	
4	スジグロシロチョウ			1						1													2	1.5	3	6	
5	ツマキチョウ		1																				1	0.7	3	3	
6	キタキチョウ				1						2	1	3	1	3	8	8	2	2			1	32	24.8	1	32	
7	ルリシジミ							2	1	1				1								5	3.8	2	10		
8	ヤマトシジミ									2				12	2	1	9	5	2	2	2		37	28.6	1	37	
9	ベニシジミ										1	1	1										3	2.3	2	6	
10	トラフシジミ				2																		2	1.5	4	8	
11	ウラギンシジミ												2										2	1.5	2	4	
12	ミドリヒョウモン																				1		1	0.7	4	4	
13	コムスジ																1						1	0.7	3	3	
14	アカタテハ		1																				1	0.7	3	3	
15	テングチョウ		1		2					6													9	6.9	3	27	
16	ヒメウラナミジャノメ						9	3	9						3								24	18.6	3	72	
17	ヒメジャノメ																1			1			2	1.5	3	6	
	計	0	3	1	6	2	12	3	17	2	5	2	6	16	5	12	19	7	4	3	3	1	129	100	1.875	242	

(3) 調査結果

1 養父市宮本 (表 1)

21 回の調査で, 15 種, 101 個体を確認した. 個体数は調査距離 1000m で換算すると 5.7 個体 /km であった. キタキチョウ, ヒメウラナミジャノメ, ヤマトシジミの 3 種が, 全体の 65% を占めた.

【時期別の発生状況】

- 4 月 ~ 5 月はテングチョウ, ルリタテハ, キタキチョウなど越冬個体を中心に, 春に羽化した種はコツバメ 1, ヒメウラナミジャノメ 2 のわずかに 2 種, 3 個体であった.
- 6 月に発生の第一のピークが見られ, 8 種 15 個体を確認した.
- 8 月から 9 月上旬にかけてキタキチョウ, ヤマトシジミを中心とした最大のピークがあり, 7 種 46

個体を確認, 当地域での総個体数の半数をこの時期に確認した

2 養父市森 (表 2)

21 回の調査で, 17 種, 129 個体を確認した. 個体数は調査距離 1000m で換算すると 7.27 個体 /km であった. キタキチョウ, ヒメウラナミジャノメ, ヤマトシジミの 3 種が, 全体の 72% を占めている.

【時期別の発生状況】

- 4 月 ~ 5 月で 10 種 24 個体を確認した. ほとんどの種が春に羽化した個体で, アゲハチョウの仲間も 3 種すべてをこの時期に確認した.
- 8 月から 9 月上旬が発生数のピークで, 全体の 4 割の個体がこの時期に見られたが, キタキチョウとヤマトシジミがほとんどであった.

表3 トランセクト調査結果. 朝来市立脇, 標高 150 ~ 190m, 調査延長 1250m.

	調査月		4			5			6			7			8			9			10			集計 (a)	割合 (%)	指数 (b)	a × b
	日	18	24	5	18	30	7	14	25	4	13	26	17	28	9	14	29	9	15	23							
1	アゲハチョウ												1									1	0.1	1	1		
2	モンシロチョウ	3			1		1	1		1	1								1			9	1.7	1	9		
3	ツマキチョウ	1																				1	0.1	3	3		
4	キタキチョウ	10	18	6	2	2	5	8	4	2	5	10	6	14	8	23	11	39	28	3	204	40	1	204			
5	ツマグロキチョウ																		1			1	0.1	4	4		
6	ゴイシシジミ												1		1		1					3	0.5	4	12		
7	ウラナミシジミ																		1			1	0.1	2	2		
8	ルリシジミ	2					1	2	2				1	2				1				11	2.1	2	22		
9	ツバメシジミ							3	2		1	3	1		1	5	1		1			18	3.5	2	36		
10	ヤマトシジミ		1						2	2	3	2	1	1	4	14	8	15	8			61	11.9	1	61		
11	ベニシジミ					1				1	2	1		1	1	1		3	2			13	2.5	2	26		
12	ウラギンシジミ												2			2		1	1			6	1.1	2	12		
13	ミドリヒョウモン																	2	1			3	0.5	4	12		
14	ツマグロヒョウモン				2				1				2		1	1			2	1		10	1.9	3	30		
15	キタテハ															1			1			2	0.3	3	6		
16	ヒメアカタテハ																		1			1	0.1	2	2		
17	ルリタテハ					1													1			2	0.3	3	6		
18	ヒメウラナミジャノメ			21	6	44	15	13			2	3	2	7	2	10						125	24.5	3	375		
19	サトキマダラヒカゲ					2																2	0.3	4	8		
20	ヒメジャノメ																1	1				2	0.3	3	6		
21	クロヒカゲ					2	3	1														6	1.1	4	24		
22	ヒカゲチョウ						1	2														3	0.5	4	12		
23	ジャノメチョウ									2	6	2	2	4	3	3						22	4.3	4	88		
24	イチモンジセセリ													1								1	0.1	1	1		
25	オオチャバネセセリ									1												1	0.1	4	4		
	セセリチョウ sp.						1															1	0.1				
	計	16	19	27	11	52	27	30	11	9	20	21	19	30	21	60	22	63	48	4	510	100	1,894	966			

・9月中旬以降にミドリヒョウモンとヒメジャノメを各1個体確認した。結果と思われる。

3 朝来市立脇 (表3)

19回の調査で25種510個体を確認した。個体数は調査距離1000mで換算すると21.4個体/kmであった。キタキチョウ、ヒメウラナミジャノメ、ヤマトシジミの3種が、全体の77%を占めている。

【時期別の発生状況】

- ・5月下旬ごろと、9月中旬ごろに発生のピークが見られた。
- ・10月中旬に最大の12種が確認された。

4 考察

(1) 養父市宮本

チョウの個体数、種類数とも異常に少ない。一般に調査地区内で発生する種は、羽化時期に複数の調査日に確認することができる。この条件を満たしているのは、キタキチョウ、ヤマトシジミ、ルリシジミ、ヒメウラナミジャノメの4種である。宮本で確認した種の多くは他の場所から移動してきたものと思われる。地区内で発生する種数、個体数が少ないのは、チョウの食餌植物、吸蜜植物が衰退または消滅し、生息環境が悪化してしまった

(2) 養父市森

個体数、種類数が少ない。当地で発生していると認められるのは、キタキチョウ、ヤマトシジミ、ルリシジミ、ヒメウラナミジャノメの4種で、近隣の農地から移動してきた可能性の高い種が多く含まれている。種数、個体数が少ないのは、宮本と同様に生息環境が悪化した結果と思われる。

(3) 朝来市立脇

当地が養父市の2調査地より、種数、個体数が多いのは、区域内にササ類やススキなどイネ科植物や多種の草本植物が残っており、農地にも近接しているためと思われる。ほとんどの種が当地、又は周辺の地域で発生していると思われる。また近年個体数の減少が著しいツマグロキチョウ、ゴイシシジミ、オオチャバネセセリが確認できたことも特筆される。

(4) 3地区の個体数ベスト10からみた特徴 (表4)

3地区ともベスト3はキタキチョウ、ヤマトシジミ、ヒメウラナミジャノメと種の構成は同じで、この3種が占める割合は65~77%と高い。また養父市宮本・森

表4 調査地における個体数ベスト10.

順位	養父市宮本			養父市森			朝来市立脇		
	種名	個体数	割合 (%)	種名	個体数	割合 (%)	種名	個体数	割合 (%)
1	キタキチョウ	34	33.6	ヤマトシジミ	37	28.6	キタキチョウ	204	40
2	ヤマトシジミ	20	19.8	キタキチョウ	32	24.8	ヒメウラナミジャノメ	125	24.5
3	ヒメウラナミジャノメ	12	11.8	ヒメウラナミジャノメ	24	18.6	ヤマトシジミ	61	11.9
4	テングチョウ	11	10.8	テングチョウ	9	6.9	ジャノメチョウ	22	4.3
5	ルリシジミ	6	5.9	ルリシジミ	5	3.8	ツバメシジミ	18	3.5
6	ルリタテハ	5	4.9	カラスアゲハ	4	3.1	ベニシジミ	13	2.5
7	スジグロシロチョウ	2	1.9	ベニシジミ	3	2.3	ルリシジミ	11	2.1
8	コミスジ	2	1.9	アオスジアゲハ	2	1.5	ツマグロヒョウモン	10	1.9
9	アカタテハ	2	1.9	スジグロシロチョウ	2	1.5	モンシロチョウ	9	1.7
10	ジャノメチョウ	2	1.9	トラフシジミ	2	1.5	ウラギンシジミ	6	1.1
				ウラギンシジミ	2	1.5	クロヒカゲ	6	1.1
				ヒメジャノメ	2	1.5	ゴイシシジミ	3	0.5
							ミドリヒョウモン	3	0.5
							ヒカゲチョウ	3	0.5
計		101			129			510	

のベスト5は上記3種とテングチョウ, ルリシジミで, 種の構成は同じである.

以上から, シカ被害地では種の構成に多様性がなく, かたよが見られる.

(5) 蝶指数から見た自然環境

服部ら(1997)は, 各チョウの生息環境を調査し, チョウを1種ごとに5段階の指数値を定めた. 自然環境が豊かな場所に生息するチョウほど指数が高く, 都市部など自然環境が劣った場所でも生息しているチョウは指数は低い値となる. その値は次のとおりである.

- 蝶指数5(原生段階)
- 蝶指数4(二次植生段階)
- 蝶指数3(農耕の段階)
- 蝶指数2(住宅地段階)
- 蝶指数1(都市段階)

種ごとの蝶指数は, 表1~3右欄に記載し, 地区全体の指数値は比例配分で求めた. その結果養父市宮本1.90, 養父市森1.88, 朝来市立脇1.89とほぼ同じ数値となった. この3地区のチョウ類が生息している環境は, 都市段階(蝶指数1)~住宅地段階(蝶指数2)に該当する.

(6) シカ被害をうけていない但馬の他地区との比較(表5)

養父市宮本・森・朝来市立脇3地区と, シカ被害をうけていない但馬の地区(以下, 無被害地区)で過去実施した8か所の調査結果の一覧を示した. 養父市八鹿町石原・加瀬尾・妙見は現在シカ被害が及んでいるが, 調査当時(2001年)はシカ被害が認められない時期で, 豊岡市(2001年), 美方郡(2003年)の各箇所も調査時は無被害であった.

種類数は養父市宮本・森・朝来市立脇がそれぞれ(15・17・25), 無被害地の8か所は31~50で, 被害地は明らかに少なく, 特に養父市宮本・森の少なさは異常と

言える.

個体数(1000mあたり換算)養父市宮本・森, 朝来市立脇がそれぞれは(6・7・22)で無被害地は14~89である. 養父市宮本・森は少ないが, 朝来市立脇は無被害地との差が認められない.

チョウ指数 養父市宮本・森・朝来市立脇がそれぞれ(1.9・1.88・1.89)で, 無被害地の8か所は2.5~3.5である. また, チョウ指数1の出現割合は, 養父市宮本・森・朝来市立脇がそれぞれ(54・55・54%)であり, 無被害地の8か所は4~28%であった. 被害地のチョウ相は, 都市, 住宅段階の環境で見られる相といえる.

III まとめ

- ・兵庫県南但馬(養父市・朝来市)はシカの生息密度が高く, 森林の下層植生が衰退している.
- ・南但馬地区の森林(大屋町宮本, 養父市森)と住宅地周辺(朝来市立脇)でチョウ類のトランセクト調査を実施した.
- ・調査した3地区を比較すると, 奥山に位置する養父市2か所は下層植生が衰退して, 生息環境が悪化しているため, 地区内で発生するチョウは種類数, 個体数ともに少ない. 住宅地に近い朝来市立脇では, 区域内の下層植生が衰退の程度が低いいため, 養父市に比べると個体数は多い.
- ・但馬地区の無被害地域で行ったチョウ類のトランセクト調査の結果と比較すると, 3地区ともに種類数が少なく, 養父市2か所は個体数も低いが, 朝来市立脇の個体数は無被害地と差はない.
- ・3地区ともにチョウ指数が低く, 構成種とチョウ指数1の種の出現比率を考慮すると, チョウの生息環境は都市周辺部~住宅地の環境と判断できる.
- ・以上の結果から, シカの密度が高い地域では下層植生が衰退し, その結果, 植物に依存しているチョウ類の

表5 但馬地区におけるトランセクト調査の比較.

市郡	養父市	養父市	朝来市	養父市 (* 1)			豊岡市 (* 2)			美方郡 (* 3)	
町	大屋			八鹿			日高			香美	
大字	宮本	森	立脇	石原	加瀬尾	妙見	神鍋	稲葉	三川山	熊波	熊波
区域環境	森林	森林	集落	森林	農地	森林	スキー場	森林	森林	農地	森林
シカによる下層植生衰退度	3~4	3~4	2	0	0	0	0	0	0	0	0
標高 (平均) m	315	215	170	230	470	640	345	505	855	300	300
(a) 調査延長m	850	850	1250	900	1000	1300	500	1400	1200	900	1100
(b) 調査回数	21	21	19	20	20	20	11	11	10	17	17
(c) 種数	15	17	25	49	50	42	31	39	34	35	45
(d) 個体数	101	129	510	906	843	354	487	261	228	399	350
個体数 1000 m換算 (* 4)	6	7	22	50	42	14	89	17	19	26	19
都市分布種の割合% (* 5)	54	55	54	26	22	19	13	10	4	28	16
チョウ指数加重平均 (* 6)	1.9	1.88	1.89	2.5	2.9	2.91	2.45	3.5	3.33	2.59	2.89

* 1 2001年4月~11月 近藤 (2009) きべりはむし 32 (1).
 * 2 2002年4月~10月 近藤 未発表.
 * 3 2003年4月~10月 近藤 未発表.
 * 4 個体数 1000m換算は, 調査距離 1000 mに換算して出現するチョウの個体数 (d / a × b) × 1000.
 * 5 都市分布種の割合は, 最も都市化の進んだところまで分布するチョウ (蝶指数 1 : 兵庫県環境政策課 1996) の出現する割合.
 チョウ指数 1 : アゲハチョウ, アオスジアゲハ, モンシロチョウ, キタキチョウ, ヤマトシジミ, イチモンジセセリの 6 種.
 * 6 調査期間に出現した全てのチョウの蝶指数 (1~5) 加重平均値.

多くが生息できない環境になっている。たとえ奥山であっても、チョウにとっては都市周辺や住宅地の環境と大差がない自然環境といえる。チョウ以外の昆虫類については不明であるが、チョウと同様の可能性が高く、食物連鎖の底辺部分を支える植物や昆虫類が衰退しているということは、兵庫県の広大な森林で生物多様性が失われている可能性が高い。

IV シカ被害によって失われる兵庫の森林の生物多様性

(1) ギフチョウの例

ギフチョウの食餌植物であるカンアオイ類について、シカの嗜好性調査を行った結果、不嗜好性植物の部類に入った (近藤・未発表)。しかし冬季、緑の植物がなくなるころには食べられてしまう。豊岡市出石町鳥居の調査では、1989年に10m × 100mの区間で65株 (葉数267枚) のカンアオイと22卵塊、132卵のギフチョウ産卵を確認したが、2013年には裸地化した林床に、矮小化したカンアオイ2株が確認できただけである。南但馬のギフチョウは、同様の経過をたどって、生息環境が消滅し、絶滅したものと思われ、2000年以降は、旧生野町、旧朝来町、旧和田山町、旧養父町の区域からギフチョウの記録がほとんど見られなくなった。

(2) シカ被害の北進

豊岡市の北西、日本海に近接した絹巻神社のスタジイ林は暖地性原生林として兵庫県の天然記念物に指定されているが、近年シカの植生被害が激しく、1978と2011年を比較すると、第2低木層 (高さ1~2m) は、種数 (21種→4種) 植生率 (80%→10%) となり、草本層 (0.5m以下)

は (種数40種→14種)、被覆率 (70%→1%) と裸地化している (尾崎ほか 2013)。

県北西部の美方郡がシカ害のない、生物の多様性という点で見れば残り少ない貴重な区域といえるが、香美町にも被害が拡大し始めた。香美町村岡区の猿尾滝付近はシカの分布拡大の最前線である。2009年に多数確認したアオキなどの低木層やササ類は2011年には消滅し、滝の入り口付近の道路に発達していたそで群落の植生は衰退して2009年に43種あったのが、2年後には20種に減じた。現在は植物の豊富な香美町にシカが集中しているようである。

兵庫県は、シカ保護管理計画のもとで、年間捕獲目標を設定して、狩猟規制の緩和措置と支援施策を進めているが、分布拡大の最前線区域である美方郡内において、シカ捕獲対策が進むような、特別対策が望まれる。

文 献

石井実, 1993. チョウ類のトランセクト調査 日本産蝶類の衰亡と保護 第2集. 91-101 日本鱗翅学会 大阪
 服部保・矢倉資喜・武田義明・石田弘明, 1997. 蝶類群集による自然性評価の一方法. 人と自然, No.8: 41-52.
 服部保・矢倉資喜・浅見佳世・武田義明・石田弘明, 1997. 三田市フラワータウンにおける蝶類群集からみた植生の自然性評価. 植生学会誌, 14:47-60.
 近藤伸一, 1991. 兵庫県北部のギフチョウの生活. 昆虫と自然, 26(4) 35-36.
 近藤伸一, 2009. 但馬・妙見山のチョウ類1年の生活. きべりはむし, 32(1): 30-43.

- 兵庫県森林動物研究センター, 2010. ニホンジカをめぐる問題.
- 藤木大介, 2012. 兵庫県本州部の落葉広葉樹林におけるニホンジカによる下層植生の衰退状況— 2006 から 2010 にかけての変化. 兵庫ワイルドライフモノグラフ 4 号, 17-31.
- 尾崎真也・永井英司・宮田和男, 2013. 兵庫県豊岡市絹巻神社スダジイ林で発生したニホンジカによる植生被害. 森林防疫, vol.62 No1 25-35.

写真1～8：養父市大屋町宮本コースの1年の変化.



写真1 養父市宮本, 起点, 4月.



写真2 起点, 7月. 夏季はシカ不嗜好性植物が茂る.



写真3 起点から200m, 4月.



写真4 起点から200m, 5月. 道路全体をオオバアサガラが覆う.



写真5 起点から500m, 5月. イワヒメワラビの発芽.



写真6 起点から500m, 7月. イワヒメワラビの繁茂.



写真7 起点から800m, 7月. マツカゼソウの繁茂.



写真8 起点から800m, 10月. マツカゼソウは枯死し裸地に.

写真 9～12：養父市森コースの1年の変化.



写真 9 養父市森, 起点から 200m 付近, 4月.



写真 10 起点から 400m 付近, 6月.



写真 11 起点から 600m 付近の谷部, 6月. オオバアサガラが生える.



写真 12 起点から 800m 付近, 8月. シカ不嗜好性植物が茂る.

写真 13～16：朝来市立脇コースの1年の変化.



写真 13 朝来市立脇, 起点から 200m 付近, 4月.



写真 14 起点から 300m 付近, 9月. 調査地全景.



写真 15 起点から 700m 付近, 6月. 造成緑地.



写真 16 起点から 1200m 付近, 9月. 宅地内道路.