

# 亜高山帯・高山帯を通過する車道周辺の植物相および植物生態に関する研究

誌名	長野県自然保護研究所紀要 = Bulletin of Nagano Nature Conservation Research Institute
ISSN	13440780
著者名	尾関,雅章 井田,秀行
発行元	長野県自然保護研究所
巻/号	4巻
巻号補足	別冊2
掲載ページ	p. 27-39
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 亜高山帯・高山帯を通過する車道周辺の 植物相および植物生態に関する研究

尾関雅章\*・井田英行\*,\*\*

乗鞍岳畳平(2700m)付近までの長野県側を通る車道の開通後、車道建設による植生の直接的な破壊のほか、車道開設の間接的影響により、車道沿いの植物分布、植物群落に変化が生じることが予見され、車道開設後約10年を経た1973年前後以降、こうした車道開設を中心とした人為的環境変化が高山帯の生物環境にもたらす変化に関する研究が先駆的に行われてきた。これらの研究については、その後追跡的な調査がなされておらず、現在にいたる車道沿いの植物分布、生態に関する変化は明らかではない。そこで本研究では、車道沿いの低地性植物の侵入とハイマツの年枝の伸長成長量の推移に関する調査を行い、既存研究との比較により現状把握を行った。車道沿いの亜高山帯、高山帯への低地性植物の侵入は、過去の調査時に比較して出現種数、分布高度において進行していたことが明らかとなった。ハイマツの年枝成長の推移では、車道開設後に報告された車道際の山側と谷側における伸長成長量の差異が現在も生じていることが確認された。

キーワード：車道、低地性植物、侵入、ハイマツ、年枝成長

### はじめに

乗鞍岳畳平付近までの長野県側を通る車道の開通後、車道建設による植生の直接的な破壊のほか、車道開設の間接的影響により、車道沿いの植物分布、植物群落に変化が生じることが懸念されてきた。乗鞍岳では、車道開設後約10年を経た1973年前後以降、こうした車道開設を中心とした人為的環境変化が高山帯の生物環境にもたらす変化に関する研究が先駆的に行われてきた。

そのなかで、氏原ほか(1974)は、乗鞍岳高山帯に卓越するハイマツについて、一生育期間に一節ずつ伸長し、節目状に残る年枝跡間の長さからシュート年枝の伸長量の年次変動を知ることができる、ハイマツの年枝成長の特性に着目して、乗鞍岳の高山帯に開設された車道際におけるハイマツの年枝伸長量を車道敷設前後で比較した。その結果から彼ら

は、車道敷設直後の年枝伸長量が敷設直前に比べて車道際の上側で悪く、下側では良好になっていたことを示唆した。

車道沿いの植生については、土田(1973, 1974)がふれ、乗鞍岳亜高山帯のオオシラビソ林およびハイマツ群落において、車道の山側と谷側にまたがる調査区を設け植生調査を行い、車道沿いの植物群落の改変状況を報告した。また、清水(1973, 1974)は、車道法面の植物相について調査し、当時他の山域でも報告のあったように、車道沿いにおいて低地性植物の亜高山帯域への侵入やまた高山植物の下降などの現象を報告した。

では、これらの調査で報告された車道周辺に及んだ植物の分布、生態に関する影響には、車道開設後35年以上を経た現在までにどのような変化が生じたのだろうか。上記の調査については、いずれもこれまでに追跡的な調査が十分ではないことから、現在

\* 長野県自然保護研究所 〒381-0075 長野市北郷 2054-120

\*\* 現所属：信州大学教育学部付属志賀自然教育研究施設 〒381-0401 下高井郡山ノ内町平穏池ノ平 7148-5

にいたる車道周辺における植物の分布および生態に関する影響については明らかではない。また、近年、高標高地を通過する車道の利用形態が、自然環境保全の観点から議論されるなかにあつて、車道開設後のハイマツ群落などの植生や植物相の変化を長期的な観察によって明らかにすることは、今後の高山植生域の保全対策を検討する上で重要な課題である。

そこで、本研究では、既存の調査研究のモニタリングにより、車道開設後に車道周辺の植物分布および高山植物の生態に生じた変化を把握することを目的として、(1) 低地性植物の高山帯への侵入の現状について、車道沿いの植物相に関する調査を行った清水(1973,1974)と同様の調査を行い、車道沿いの植物相変化についての検討を行ったほか、(2) 車道際のハイマツ群落中において、1980~1999年のハイマツ年枝の伸長量の推移の把握を氏原ほか(1974)と同様の手法を用いて行い、車道がハイマツ年枝の伸長におよぼす影響についての検討を行った。

(1) 車道沿いの植物相変化

調査地と方法

県道乗鞍岳線は、安曇村鈴蘭地区より乗鞍岳畳平(標高約2700m)に達し、乗鞍岳東側山腹の亜高山帯から高山帯を通過している(図1)。沿道の主な植生は、約1800mまでがカラマツ植林、約2500m付近までが、シラビソ、オオシラビソ、トウヒを主体とする亜高山帯針葉樹林およびダケカンバ林、約2500m以上がハイマツ群落の卓越する高山帯植生である。高山帯で車道が通過する区間には、ハイマツ群落のほか部分的に雪田植生、火山荒原植生が分布している。車道は、これらの植生を伐開して開設され、現在その路面は全線アスファルト舗装化されているほか、開設の際造成された法面は、部分的にコンクリートもしくは石積による擁壁工が施されている。

調査は、清水(1973, 1974)と同様に、この県道乗鞍岳線沿道において、森林植生域をのぞいた、車道の路傍(道路幅員内および車道外側側溝周辺部)

と車道開設の際に生じた法面(切土、盛土)上に成育する維管束植物を、標高1600mから2700mにかけて高度差100mの調査区間ごとに記録した。なお、清水(1973, 1973)は亜高山帯に侵入する植物を記録するため標高1500~2500mの出現種を記録し、2500m以上については調査していない。今調査では、車道沿道で高山帯に侵入する低地性植物を把握するため、調査区を高山帯を含む1600~2700mとした。調査は、1997年8月におこなった。

調査地の含まれる亜高山帯、高山帯への侵入植物として、出現した植物から低地性植物と山地帯性植物を選定した。選定にあたっては、低地性植物は帰化植物と雑草を含めるものとし、清水(1973, 1974)、太刀掛(1998)、岩瀬ほか(1998)、廣田(1996)を参考とした。また山地帯性植物の選定は、清水(1973, 1974)の低山帯要素のほか、宮脇ほか(1994)を参考とした。

標高と低地性植物の出現種数の関係は相関係数により検討した。また、その関係をあらわす一次式を導くためについて回帰分析を行った。標高別の帰化植物出現種数比は、 $\chi^2$ 検定をおこなった。

結果および考察

今回の調査において車道沿道に出現した維管束植物は、清水(1973)の172種にたいして、195種であった(表1)。計11調査区間において出現頻度の高かった植物として、バッコヤナギ、オノエヤナギ

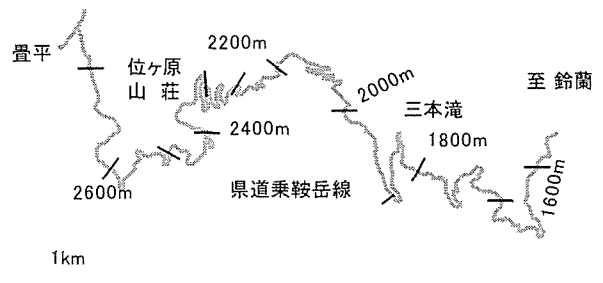


図1. 県道乗鞍岳線(灰色実線)と標高差100mの各調査区間(車道を横切る各等高線間)。

表 1-1. 県道乗鞍岳線沿道で出現した植物の標高分布 (点線が分布域を示す) .

No.	種名(和名五十音順)	山地 帯性	低地 性	帰化 植物	標 高 (m)															
					1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700					
1	アオコウガイゼキショウ	*	*																	
2	アカソ	*																		
3	アカバナsp.																			
4	アキカラマツ	*																		
5	アキノキリンソウ																			
6	アズマナルコ	*																		
7	アブラガヤ	*																		
8	イグサ		*																	
9	イタドリ		*																	
10	イトキンスゲ																			
11	イヌガンソク	*																		
12	イヌコリヤナギ	*																		
13	イヌタデ		*																	
14	イワカガミ																			
15	イワギキョウ																			
16	イワスゲ																			
17	イワツメクサ																			
18	イワノガリヤス																			
19	ウサギギク																			
20	ウシノケグサ																			
21	ウシノケグサsp.																			
22	ウスノキ																			
23	ウツボグサ		*																	
24	ウド	*																		
25	ウメバチソウ																			
26	ウリハダカエデ	*																		
27	エゾシオガマ																			
28	エゾノギシギシ		*	*																
29	オオアワガエリ		*	*																
30	オオウシノケグサ		*	*																
31	オオカメノキ																			
32	オオシラビソ																			
33	オオチドメ	*																		
34	オオバコ		*	*																
35	オオバショリマ																			
36	オオバスノキ																			
37	オオハンゴンソウ		*	*																
38	オオヒョウタンボク																			
39	オオマツヨイグサ		*	*																
40	オオヨモギ																			
41	オガラバナ																			
42	オトギリソウ		*																	
43	オニウシノケグサ		*	*																
44	オニシモツケ	*																		
45	オニツルウメモドキ	*																		
46	オノエヤナギ	*																		
47	オヤマボクチ	*																		
48	オヤマリンドウ																			
49	オランダミミナグサ		*	*																
50	オンタデ																			
51	カツラ	*																		
52	カニコウモリ																			
53	カモガヤ		*	*																
54	カラコギカエデ	*																		
55	カラマツ																			
56	カラマツソウ	*																		
57	カワズスゲ																			
58	カワラスゲ	*																		
59	キンミズヒキ		*																	
60	クサイ		*																	
61	クサフジ	*																		
62	クサボタン	*																		
63	クサヨシ		*																	
64	クマイザサ																			
65	クマイチゴ	*																		
66	クモイナズナ																			
67	クモマスズメノヒエ																			
68	クモマニガナ																			
69	クロクモソウ																			
70	クロツリバナ																			

表 1-2. 県道乗鞍岳線沿道で出現した植物の標高分布 (点線が分布域を示す) .

No.	種名(和名五十音順)	山地 帯性	低地 性	帰化 植物	標 高 (m)															
					1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700					
71	ゲンノシヨウコ		*																	
72	コウゾリナ		*																	
73	コケモモ																			
74	ゴゼンタチバナ																			
75	コヌカグサ		*	*																
76	コバイケイソウ																			
77	コハリスゲ	*																		
78	コマガタケスグリ																			
79	コマクサ																			
80	ゴマナ	*																		
81	コメススキ																			
82	コメツガ																			
83	ゴヨウイチゴ																			
84	サラシナショウマ	*																		
85	サルナシ	*																		
86	シシウド	*																		
87	ジシバリ		*																	
88	シナノオトギリ																			
89	シナノキイチゴ																			
90	シナノキンバイ																			
91	ショウジョウスゲ																			
92	シラカンバ	*																		
93	シラタマノキ																			
94	シラネセンキュウ	*																		
95	シラビソ																			
96	シロツメクサ		*	*																
97	シロバナクモマニガナ																			
98	スギナ		*																	
99	ススキ		*																	
100	スズメノカタビラ		*																	
101	スズメノチャヒキ		*	*																
102	ズミ	*																		
103	セイヨウタンポポ		*	*																
104	タカナナナカマド																			
105	タカネスイバ																			
106	タカネスズメノヒエ																			
107	タカネノガリヤス																			
108	ダケカンバ																			
109	ダケシマラン																			
110	タケニグサ	*																		
111	タチツボスミレ		*																	
112	タニガワハンノキ	*																		
113	タラノキ	*																		
114	チマキザサ																			
115	チャセンシダ																			
116	チングルマ																			
117	ツボスミレ		*																	
118	ツマトリソウ																			
119	ツルアジサイ	*																		
120	トウヒ																			
121	トダシバ		*																	
122	ナガハグサ		*	*																
123	ナナカマド																			
124	ナンブアザミ	*																		
125	ニガナ		*																	
126	ニワトコ	*																		
127	ネコシダ	*																		
128	ネコヤナギ	*																		
129	ネジバナ		*																	
130	ノアザミ		*																	
131	ノイバラ	*																		
132	ノギラン	*																		
133	ノコギリソウ	*																		
134	ノコンギク	*																		
135	ノリウツギ	*																		
136	ハクサンボウフウ																			
137	バッコヤナギ	*																		
138	ハリエンジュ		*	*																
139	ハルザキヤマガラシ		*	*																
140	ヒカゲノカズラ	*																		

表 1-3. 県道乗鞍岳線沿道で出現した植物の標高分布 (点線が分布域を示す) .

No.	種名(和名五十音順)	山地 帯性	低地 性	帰化 植物	標 高 (m)											
					1700	1800	1900	2000	2100	2200	2300	2400	2500	2600	2700	
141	ヒゲノガリヤス															
142	ヒメクワガタ															
143	ヒメジョオン		*	*												
144	ヒメスイバ		*	*												
145	ヒメスゲ															
146	ヒロハユキザサ															
147	フキ	*														
148	フジアザミ	*														
149	ベニバナイチゴ															
150	ヘビノネゴザ															
151	マイヅルソウ															
152	マルバダケブキ	*														
153	ミズナラ	*														
154	ミネカエデ															
155	ミネザクラ															
156	ミノボロスゲ		*													
157	ミヤマアカバナ															
158	ミヤマアキノキリンソウ															
159	ミヤマキンバイ															
160	ミヤマクロスゲ															
161	ミヤマコウゾリナ															
162	ミヤマセンキュウ															
163	ミヤマゼンゴ															
164	ミヤマダイコンソウ															
165	ミヤマタネツケバナ															
166	ミヤマドジョウツナギ															
167	ミヤマナルコユリ															
168	ミヤマニガイチゴ															
169	ミヤマヌカボ															
170	ミヤマハタザオ															
171	ミヤマハンノキ															
172	ミヤマホツツジ															
173	ミヤマメシダ															
174	ミヤマワラビ															
175	ムラサキツメクサ		*	*												
176	メマツヨイグサ		*	*												
177	モミジカラマツ															
178	ヤナギラン	*														
179	ヤブマメ		*													
180	ヤマアゼスゲ															
181	ヤマガラシ															
182	ヤマドリゼンマイ	*														
183	ヤマナラシ	*														
184	ヤマニガナ	*														
185	ヤマヌカボ	*														
186	ヤマハギ	*														
187	ヤマハハコ	*														
188	ヤマブキショウマ	*														
189	ヤマブドウ	*														
190	ヤマホタルブクロ	*														
191	ヨシ	*														
192	ヨツバシオガマ															
193	ヨツバヒヨドリ	*														
194	ヨモギ		*													
195	ワラビ		*													

が頻度 100%, ヨモギ, フキ, ヤマハハコ, オニウシノケグサが頻度 90%以上, コウゾリナ, ミヤマアキノキリンソウ, イタドリ, ナンブアザミが頻度 80%以上, タカネノガリヤス, セイヨウタンポポ, ミヤマワラビ, シロツメクサ, オオバコが頻度 70%を示した. これらの出現種中, 低地性植物として選

定されたものは, 45 種であった. 低地性ではないが, 山地帯から侵入したと考えられる山地帯性植物は 59 種であった. また, 低地性植物のなかで帰化植物は 20 種となった.

清水(1973)は, 同調査区で出現した低地性植物を 35 種報告した. 今調査で新たに出現した低地性植

オニウシノケグサ, ヤマハハコ, スズメノカタビラ  
などであった。

今調査と清水(1973)の報告から, 両調査時の低地性植物の種数と標高の関係を相関係数により検討すると, いずれの調査時とも, 有意な負の相関が認められた( $P<0.001$ )。また, 両調査時の低地性の種数の標高に対する回帰分析を行うと, 両調査時の回帰係数, 切片とも有意であった( $P<0.001$ ) (図 2)。両調査地の回帰係数の差を検定すると, 有意な差は認められなかった。なお, 標高別の低地性植物の出現種数は, いずれの標高においても今調査が, 1972年を上回った。また, 低地性植物の出現種数において侵入の上限を示す標高は認められなかった。

一方, 低地性植物中に占める帰化植物の比率は, 亜高山帯上部から高山帯において高い値を示したが, 標高間で有意な差は認められず (図 3), 標高による帰化植物比の変動は明らかではなかった。なお, 高山帯に侵入した低地性植物にふくまれる帰化植物は, オオアワガエリ, オニウシノケグサ, オオウシノケグサ, オランダミミナグサ, シロツメクサ, セイヨウタンポポ, オオバコの 7 種であった。

清水(1973)において低地性植物 (平地要素) と指摘された植物について, 今調査と清水(1973)から最高分布高度を表 2 に示した。最高分布高度の上昇が著しい植物は, オオアワガエリ (900m), カモガヤ(800m), ヒメジョオン(700m)などの帰化植物であった。最高分布高度が低下した低地性植物もみられたが, いずれも 100~200m の低下であった。

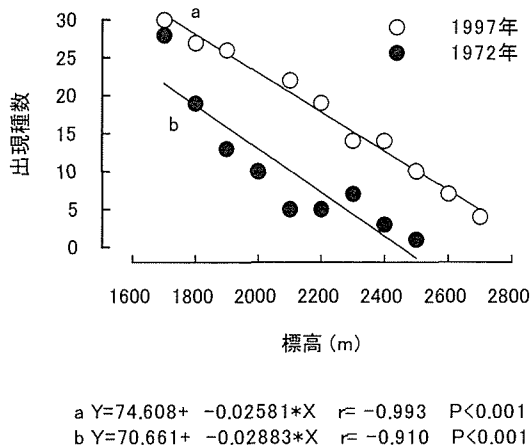


図 2. 標高と低地性植物の出現種数の関係。

物は, ヒメスイバ, スギナ, ネジバナ, ハルザキヤマガラシ, セイヨウタンポポ, イヌタデ, エゾノギシギシなど 18 種で, 清水(1973)が報告した低地性植物のなかで, 今調査では確認されなかったものは, ヨメナ, タニソバ, ヤノネグサなど 8 種であった。

車道沿道で自然植生が分布する標高 1800m 以上に侵入した低地性植物は 34 種で, 清水(1973)が指摘した 19 種を上回った。同様に, 標高 1800m 以上に侵入した山地帯性植物は 42 種で, ここでも清水(1973)が指摘した 29 種を上回った。さらに, 低地性および山地帯性植物のなかで, 森林限界に相当する標高 2500m 以上に侵入していた植物は 15 種で, バッコヤナギ, オノエヤナギ, ヨモギ, フキ,

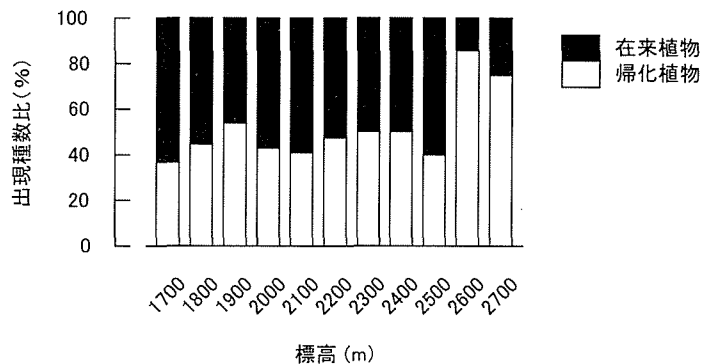


図 3. 標高別の低地性植物の出現種数に占める, 在来植物と帰化植物の比率。

表 2. 1972 年の調査で報告された低地性植物の最高分布高度と、同種の 1997 年の最高分布高度、およびその標高差.  $\Delta$ は最高分布高度の上昇,  $\nabla$ は最高分布高度の低下を示す.

科名	植物名	最高分布標高 (m)		
		1997	1972	標高差
イグサ科	イグサ	2500	2200	$\Delta$ 300
タデ科	イタドリ	2500	2500	-
ゴマノハグサ科	ウツボグサ	2100	1700	$\Delta$ 400
イネ科	オオアワガエリ	2600	1700	$\Delta$ 900
オオバコ科	オオバコ	2600	2300	$\Delta$ 300
オトギリソウ科	オトギリソウ	1700	1800	$\nabla$ 100
イネ科	カモガヤ	2500	1700	$\Delta$ 800
イグサ科	クサイ	2100	1900	$\Delta$ 200
フウロソウ科	ゲンノショウコ	1700	1800	$\nabla$ 100
キク科	コウゾリナ	2500	1900	$\Delta$ 600
イネ科	コスカグサ	2300	2200	$\Delta$ 100
キク科	ジシバリ	2100	1700	$\Delta$ 400
マメ科	シロツメクサ	2600	2300	$\Delta$ 300
イネ科	ススキ	2200	1800	$\Delta$ 400
イネ科	スズメノカタビラ	2700	2400	$\Delta$ 300
スマレ科	タチツボスマレ	1700	1700	-
スマレ科	ツボスマレ	1800	2000	$\nabla$ 200
イネ科	トダシバ	1900	1800	$\Delta$ 100
キク科	ニガナ	2400	2000	$\Delta$ 400
キク科	ノアザミ	2000	1800	$\Delta$ 200
キク科	ヒメジョオン	2300	1600	$\Delta$ 700
カヤツリグサ科	ミノボロスゲ	2500	2300	$\Delta$ 200
マメ科	ムラサキツメクサ	2200	2200	-
アカバナ科	メマツヨイグサ	1900	2000	$\nabla$ 100
キク科	ヨモギ	2600	2300	$\Delta$ 300
コバノイシカグマ科	ワラビ	1800	1900	$\nabla$ 100

これらの調査結果から、清水(1973)の報告した 1972 年時以降、現在までの車道沿いの植物相変化、とくに低地性植物の侵入状況の変化について検討すると、亜高山帯、高山帯の自然植生域への低地性植物の出現種数の増加から、現在までに車道沿いにおける低地性植物もしくは山地帯性植物の亜高山帯、高山帯への侵入はさらに進行したものと考えられる。高山帯への侵入について、清水(1973, 1974)は明示しなかったが、今調査によりその分布高度の上限は、2700m の高山帯に達していることが明らかとなった。また、今調査と清水(1973)による 1972 年の調査時の標高と低地性植物の出現種数の関係ではいずれも、標高の上昇に応じて出現種数が直線的に減少していたが、出現種数は全調査区で今調査が 1972 年を上回っており、両調査時の回帰直線はほぼ平行であった。これらのことは、1972 年時に沿道に出現した低地性植物が現在まで分布高度を拡大したことに加えて、新たな低地性植物が沿道に出現する傾向にあったことを示唆すると考えられる。

清水(1973, 1974)は、2 年間連続して行った定点調査の結果から、低地性植物の侵入後退の年変動が大きいことを指摘し、あわせてオオアワガエリ、ヒメジョオン、メマツヨイグサなどの帰化植物の分布拡大が目立ったことから、これら帰化植物の動態には注意を要することを指摘した。今調査では、オオアワガエリ、カモガヤ、ヒメジョオンの帰化植物が大きく分布高度を上昇させたことが確認されたほか、標高 2500m 以降の高山帯域に侵入した低地性植物 9 種のうち、7 種が帰化植物であったことなど、清水(1973, 1974)の予見を裏付ける結果となった。

車道の開設やロープウェイ等の設置により、低地性植物が山岳域に侵入することは、これまで各地の山岳で確認されている(たとえば、土田 1988, 氏原・佐野 1973)。これらの報告では、低地性のイネ科雑草や帰化植物が高標高に侵入することが知られているが、帰化植物の出現頻度や種数、侵入植物の分布高度の上限など、山域により異なる現象もあるとされる(橘ほか 1991)。乗鞍岳においても、出現種数が標高に応じて減少すること、調査区中で

最も高標高地である 2500~2700m の高山帯に帰化植物が多く侵入していたことなど、他山域と共通する部分もあるが、一方で侵入植物の分布の上限は認められないことなどの相違点も認められた。これら山域による特性は、車道やロープウェイ開設後の時間経過や利用形態、利用者数の推移により変化すると考えられるが、乗鞍岳では、今調査と 1972 年時の比較により、車道開設後侵入する低地性植物は現在まで増加していること、また帰化植物などについてはその分布高度も拡大していることが確認された。

竹内・橘(1999)は、北海道大雪山旭岳に侵入した低地性植物について、休眠性や広い発芽温度、低温での発芽能力などの種子発芽特性が、低地性植物の山岳域への侵入の重要な条件となっていることを報告した。すでに乗鞍岳の高山帯に侵入、定着している帰化植物を含む低地性植物に関しては、これら繁殖生態上の特性のほか、車道沿いから周囲の植生域への分布拡大、車道沿いに生育する高山植物との競合関係など、その動態について今後さらに継続的な調査が必要であろう。

## (2) ハイマツ年枝の伸長成長

### 調査地と方法

調査地は、氏原ほか(1974)と同様に、乗鞍岳の東斜面に広がる位ヶ原のハイマツ群落中の車道付近(標高約 2,610 m, 北緯 36° 6' 40", 東経 137° 33' 45")とした。車道は位ヶ原の緩斜面を横切っており、幅員約 5 m の車道際の谷側に沿って幅約 5 m の駐車場が併設されている。調査区は、氏原ほか(1974)の調査区とほぼ同位置にあたる、位ヶ原の斜面を通過する車道際の山側(U区)と谷側(L区)に設けたほか、車道による攪乱の影響を直接受けていない群落内部(C区)を対照区とした。なお、C区は車道から山側の斜面上方約 50m 付近のハイマツ群落内である。

調査対象としたハイマツは各調査区から、損傷のない主幹を 20 本選定した。先述のようにハイマツの年間の伸長量は年枝跡間の長さで表されていることから、氏原ほか(1974)と同様に、年枝跡間長

の測定によって年枝伸長の推移を把握した。ハイマツの年枝を正確に判断できるのは通常 20 年前後であることから(沖津 1987)、年枝の測定は、年枝跡が明瞭に残されている 1980 年から 1999 年までの 20 年間を対象とした。同時に年枝長を測定した主幹の地際直径も測定した。以上の現地調査は 1999 年 8~9 月に行った。

また、ハイマツの伸長量と気温の年次変動の対応関係を検討するために、調査地から約 11 km 東方に位置する奈川村の AMeDAS 奈川(標高 1,068 m, 北緯 36°5'3", 東経 137°41'2")の気温観測値を用いた。ハイマツの年枝伸長には、少なくとも夏期(6~8月)の温度条件が関与していることから(沖津 1988)、1979 年から 1998 年までの毎年の 6~8 月の平均気温を算出して分析に用いた。

各立地間の地際直径の比較には ANOVA の Sheffe 法を用いた。平均気温と年枝伸長量の対応関係および各立地間の伸長成長推移の同調性の検討には Pearson の相関係数を用いた。各立地の年枝伸長量の差異については、5 年ごとに平均値を算出して各年代ごとに ANOVA の Sheffe 法によって比較検討した。

### 結果および考察

各調査区で測定したハイマツ主幹の地際直径は、U区:  $6.9 \pm 0.2$  cm, L区:  $6.9 \pm 0.3$  cm, C区:  $7.1 \pm 0.3$  cm で、調査区の間では有意な差は認められなかった。

夏期(6~8月)における 3ヶ月平均気温の年変動(図 4A)によると、平均気温 18°C 以下の比較的低温の年は 1982 年、1989 年、1993 年であり、それに対応して翌年の年枝の平均伸長量が落ち込む傾向がみられた(図 4B)。その他の年次においても、調査区の違いによる絶対値の差異はあるものの、気温が前年よりも顕著に落ち込んだ年の翌年にはおおむね伸長量も落ち込む傾向を示していた。各年次での年枝の年平均伸長量と前年の夏期の 3ヶ月平均気温との関係を検討すると(図 5)、車道際の U区と L区ではいずれも前年夏期の気温との相関関係は認められなかったが、C区では弱い正の相関関係が認められた( $P < 0.10$ )。

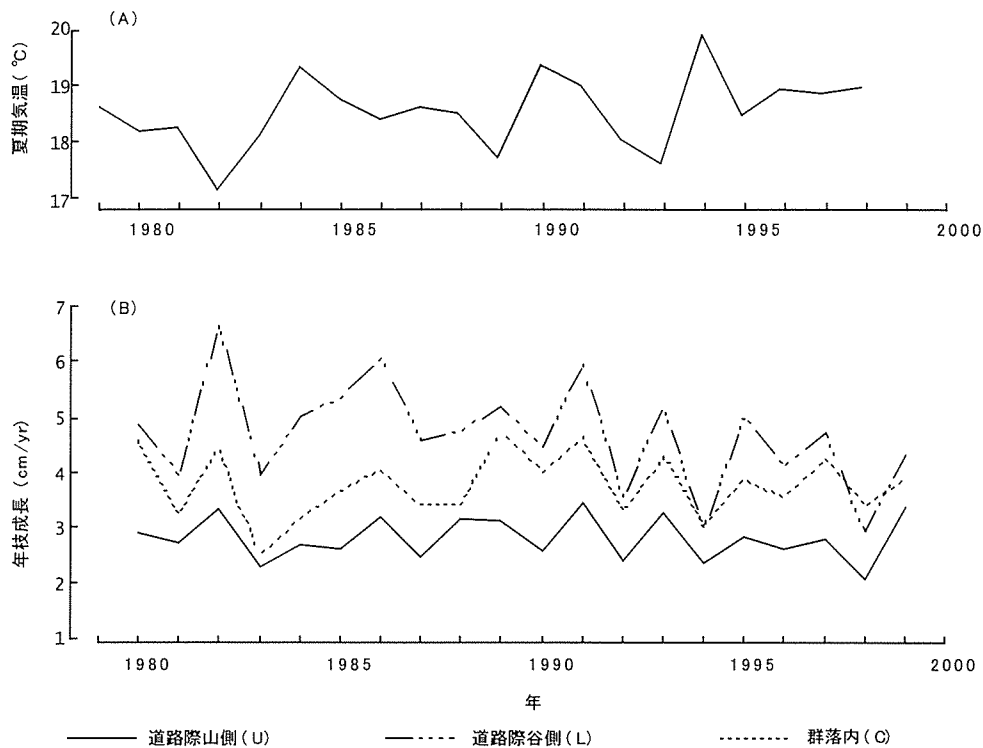


図 4. 各調査区における夏期気温（6～8月の平均気温）の変化(A)と、ハイマツ年枝の伸長成長量の変化(B).

年枝伸長の年次変動について立地間の同調性を検討すると（表 3），U区，L区，C区のいずれの組み合わせにおいても，有意に正の相関関係が認められ，ハイマツの年枝成長は同所的な群落では同調する傾向にあることが確認された。

年枝伸長量の立地間における差異を5年ごとに比較すると（図 6）．1980～1984年に最大の伸長量を示していたL区（ $P < 0.05$ ）は，1995～1999年にはC区と差が認められなくなっていた．一方，C区では20年間を通じて伸長量の差は認められなかった．U区では，1980～1984年をのぞき，調査区中伸長量は最小であった（ $P < 0.05$ ）．なお，1980

年から1999年までの20年間の年平均年枝伸長量（平均±SE cm/年）は，U区が最も小さく（ $2.8 \pm 0.05$  cm/年），L区が最大（ $4.7 \pm 0.08$  cm/年），C区（ $3.8 \pm 0.05$  cm/年）であった．このような車道の上下部でハイマツ年枝成長に差異が生じることは，氏原ほか（1974）の指摘と同様であった．

なお，これら調査区の立地環境については，全て同一山岳地内にあり，調査区はいずれもほぼ同標高の同一斜面上に位置するために，マクロな生育環境としての気候や地形は一様な条件であると推察される．調査区間で地際直径に差が認められなかったことはこれを支持しており，車道敷設以前はいずれの立地も同様の環境条件であったことを示唆する．また，直径の肥大成長量は積雪量と関係があるとされることから（名取・松田 1966），いずれの調査区も，冬季節節風にたいして風背側にあたり，同程度の積雪環境下にあることが考えられる．

ハイマツ年枝成長と気温条件の関係について，Sano et al.（1977）は，東日本の5山岳地で1953年から1972年までの20年間ハイマツ年枝の伸長

表 3. Pearson の相関係数による各調査区のハイマツ年枝の伸長成長量の相関関係.

	U	L
道路際山側 (U)		
道路際谷側 (L)	0.775**	
群落内 (C)	0.721**	0.671**

\*\*  $P < 0.01$

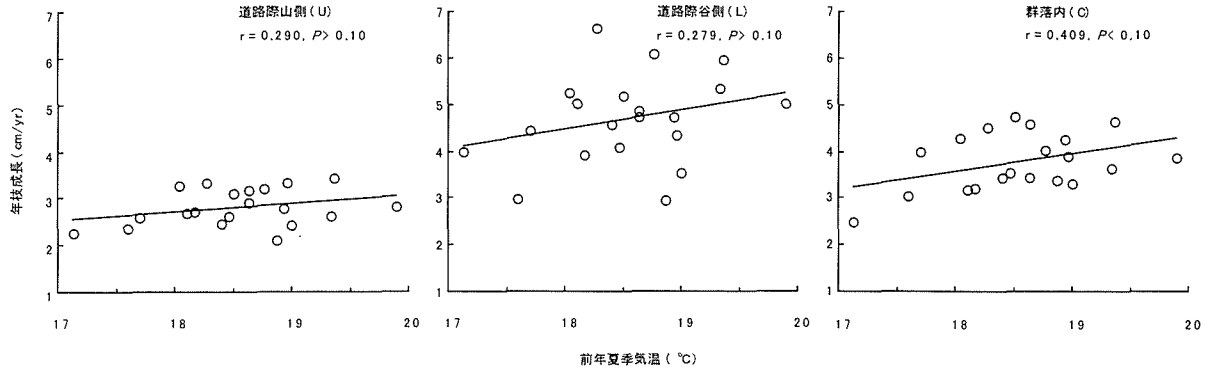


図 5. ハイマツ年枝の伸長成長量と前年夏期気温（6～8月の平均気温）の関係（Pearsonの相関係数）。

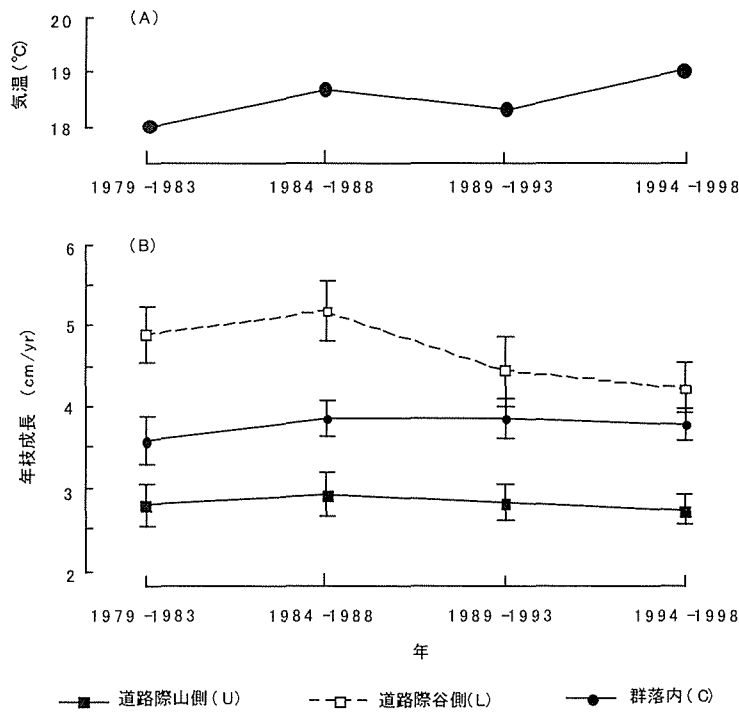


図 6. 夏期気温（6～8月の平均気温）と各調査区におけるハイマツ年枝の伸長成長量の5年平均の変化。

成長を比較することによって、年枝伸長量と前年の夏期（6～8月）における平均気温と正の相関関係が成り立つことを示し、さらに、5山岳地の年次変動の同調性を見い出した。また、中新田・増田（1998）も、尾瀬の至仏山や燧ヶ岳におけるハイマツで同様の結果を示している。しかし、本研究では、調査区間で年枝成長の同調は認められたが、車道際では山側、谷側ともに年枝伸長と温度との間に

対応関係は認められなかった。沖津（1988）は、同一山岳地内の場合、ハイマツ年枝伸長に影響をおよぼす立地環境の差異は、各地の山岳地間での環境の差異ほど大きくはないと指摘している。また、彼は年枝伸長と前年夏の気温との相関が比較的高いことを支持してはいるものの、ハイマツの年枝伸長に対して温度条件は単独では大きな影響をおよぼしていないとも指摘している。これらのことから、車道

際ではマクロな環境条件よりも局所的な環境条件が年枝伸長により強く影響を与えている可能性があることが推察される。

これまでの調査結果から、車道際の山側と谷側で伸長量に大きな差が生じた要因は明らかではないが、少なくとも車道の存在がハイマツの年枝成長に物理的・生理的に影響をおよぼしている可能性は現在も高いと推察される。例えば、融雪期に行われる車道の除雪作業によって車道際には雪が積まれるが、車道の山側と谷側で堆積する雪の量が異なれば消雪時期も変化すると考えられる。ハイマツは積雪深と消雪時期によってその群落高や伸長成長が異なるため（小泉 1974）、このような消雪時期の変化は車道際のハイマツの生育期間や伸長量に大きな影響をおよぼす可能性がある。

また、ハイマツは接地した幹から順に不定根を発根（沖津・伊藤 1983）させながら伏条更新をしていると推察されている（Kajimoto 1992）。さらに、このような伏条更新に伴い、幹や枝の元の部分を枯死させながら別個体へと枝分かれをして、移動する（Kajimoto 1994）。また、斜面に分布する林分では風よりも冬季の積雪圧の影響で斜面下方へ伏条更新による移動が進行すると考えられている（Okitsu & Ito 1984 ; Kajimoto 1992）。実際、車道際の谷側ではハイマツの枯死が観察されていることから、車道によるハイマツ群落の分断は、車道の存在によるハイマツの更新動態におよぼす影響を考えた場合、斜面上方からの伏条更新によるハイマツの移動を途絶えさせるだけでなく、車道際の谷側直下にある根元からの枯死に伴って裸地化を進行させる可能性があることが懸念される。

#### おわりに

本稿では、乗鞍岳に開設した車道付近の植物分布およびハイマツの年枝成長について、開設後の変化について報告した。沿道への低地性植物の侵入は現在までさらに進行しており、すでに高山帯に達した帰化植物もみられること、また、ハイマツについては、ハイマツ群落を分断する車道の敷設が車道際のハイマツの年枝伸長や更新動態に影響を及ぼすことが考えられた。

現在、沿道では車道際の谷側でハイマツの枯死にともなう裸地が発生している。このような裸地は、凍結融解作用による土壌の移動が激しいことなどから、高山植物の定着が困難である。一方、高山帯に侵入した帰化植物を含む低地性植物の多くは、こうした車道際に点在する裸地に生育しているものであった。したがって、車道際のハイマツの枯死が今後進行するならば、低地性植物の高山帯への侵入可能な立地が増加することが予想される。その場合、より多くの低地性植物が車道沿道に生育し、高山植物によるハイマツ林縁の被覆が遅延することが懸念される。

#### 謝辞

本報の作成にあたり、宮城大学事業構想学部の宮原育子氏、千葉大学園芸学部の沖津進氏、森林総合研究所東北支所の梶本卓也氏、山形大学農学部の林田光祐氏の方々にご協力いただいた。長野県自然保護研究所の研究員諸氏には有益なコメントをいただいた。中信森林管理署、環境省中部地区自然保護事務所には、現地調査にあたり便宜をはかっていただいた。以上の方々のご厚意に深く感謝し、心からお礼申し上げる。

#### 文献

- 廣田伸七 (1996) ミニ雑草図鑑 ～雑草の見分けかた～. 全国農村教育協会, 東京.
- 岩瀬徹・川名興・中村俊彦 (1998) 野外ハンドブック 新校庭の雑草. 全国農村教育協会, 東京.
- Kajimoto, T. (1992) Dynamics and dry matter production of belowground woody organs of *Pinus pumila* trees growing on the Kiso mountain range in central Japan. *Ecological Research* 7: 333-339.
- Kajimoto, T. (1994) Aboveground net production and dry matter allocation of *Pinus pumila* forests in the Kiso mountain range, central Japan. *Ecological Research* 9: 193-204.

- 小泉武栄 (1974) 木曾駒ヶ岳高山帯の自然景観-とくに、植生と構造土について. 日本生態学会誌 24: 78-91.
- 宮脇 昭・奥田重俊・藤原陸夫 (1994) 改訂新版 日本植生便覧. 至文堂, 東京.
- 中新田育子・増田暁生 (1998) 尾瀬至仏山と燧ヶ岳におけるハイマツの分布および生長と球果生産の経年変化. 「尾瀬の総合研究」(尾瀬総合学術調査団編), pp. 161-175. 前橋.
- 名取 陽・松田行雄 (1966) 乗鞍岳ハイマツの樹令および幹の肥大生長. 日本生態学会誌 16: 247-251.
- Sano, Y., Matano, T. & Ujihara, A. (1977) Growth of *Pinus pumila* and climate fluctuation in Japan. *Nature* 266: 159-161.
- 沖津 進・伊藤浩司 (1983) ハイマツ群落の動生態学的研究. 環境科学 (北海道大学) 6: 151-184.
- Okitsu, S. & Ito, K. (1984) Vegetation dynamics of the Siberian dwarf pine (*Pinus pumila* Regel) in the Taisetsu mountain range, Hokkaido, Japan. *Vegetatio* 58: 105-113.
- 沖津 進 (1987) ハイマツ地上部の年輪推定. 日本林学会誌 69: 195-197.
- 沖津 進 (1988) ハイマツ年枝生長の地理変異. 日本生態学会誌 38: 177-183
- 清水建美 (1973) 乗鞍岳亜高山帯域における人為環境変化と植物相および植生の変化. 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 第1号(清水建美編), pp. 9-25. 信州大学, 松本.
- 清水建美 (1974) 乗鞍岳亜高山帯域における人為環境変化と植物相および植生の変化(2). 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 第2号(清水建美編), pp. 11-17. 信州大学, 松本.
- 橘 ヒサ子・坂下千佳・竹内 健 (1991) 大雪山系旭岳地域における車道及び観光施設周辺の裸地に侵入した植物について. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告 26: 25-44.
- 太刀掛 優 (1998) 帰化植物便覧. 比婆科学教育振興会, 広島.
- 竹内 健・橘 ヒサ子 (1999) 大雪山旭岳に侵入した低地植物の種子発芽特性. 北海道教育大学大雪山自然教育研究施設研究報告 33: 19-32.
- 土田勝義 (1973) 乗鞍岳車道沿道の植生(1). 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 第1号(清水建美編), pp. 26-35. 信州大学, 松本.
- 土田勝義 (1974) 乗鞍岳車道沿道の植生(2). 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 第2号(清水建美編), pp. 18-25. 信州大学, 松本.
- 土田勝義 (1988) 霧ヶ峰高原のヒメジョオン類の動態. 「日本の植生 侵略と攪乱の生態学」(矢野悟道編), pp. 170-180. 東海大学出版会, 東京.
- 氏原暉男・佐野 泰 (1973) 中央アルプス木曾駒ヶ岳カール周辺における低地枠内の植生の経年変化について. 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 第1号(清水建美編), pp. 39-44. 信州大学, 松本.
- 氏原暉男・佐野 泰・俣野敏子・羽柴保夫 (1974) 乗鞍位ヶ原における車道開設がハイマツの生長におよぼす影響. 文部省特定研究, 「人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究」, 中部山岳地帯における生物環境の破壊とその復元に関する基礎的研究 第2号(清水建美編), pp. 2-5. 信州大学, 松本.

## Study of Floral Change and Annual Growth of *Pinus pumila* along the Roadway in Mt. Norikura

Masaaki OZEKI\* AND Hideyuki IDA\*,\*\*

\* *Nagano Nature Conservation Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan*

\*\* *Present address: Institute of Nature Education in Shiga Heights, Faculty of Education, Shinshu University, Shiga-kogen, Yamanouchi-Machi, Nagano 381-0401, Japan*

**Key words:** roadway, ruderal plants, invasion, *Pinus pumila*, annual stem growth.