

長野県環境保全研究所 研究プロジェクト成果報告8
「長野冬季五輪開催から10年後のモニタリング」

長野冬季五輪から10年後の 自然保護対策における現状と課題

目次

口絵 1, 2	
まえがき	i
1 調査概要	1～2
2 調査結果	3
2-1 表土復元工および巨石積工が施された法面の植生変化	5～10
2-2 白馬村のクロスカントリー会場跡地およびその周辺における 猛禽類の生息状況	11～15
2-3 アルペン男女ゴールエリアで行われた河道切り替え後の 河川環境復元プロセス：2000年～2008年のモニタリング結果から	17～20
2-4 志賀高原横湯川支流カッパ沢の水質調査結果～トンネル排水の影響～	21～26
2-5 白馬村オリンピック滑降競技会場付近のギフチョウ生息地の保全	27～32
2-6 志賀高原のエコロード施設における野生動物の利用状況の変遷	33～36
2-7 長野冬季オリンピックから10年後の主な屋外施設の現状	37～42
2-8 長野冬季オリンピックから10年後の八方尾根の現状と課題	43～50
3 総括（今後のために）	51～56

執筆者一覧

2009

長野県環境保全研究所
長野冬季五輪研究プロジェクト

口絵 1 : 10年後の主な屋外競技会場と関連施設 (富樫)



ジャンプ会場 (白馬村)



クロスカントリー会場 (白馬村)



バイアスロン会場 (野沢温泉村)



ボブスレー・リュージュ会場 (長野市)



浅川ルート (長野市)



志賀ルート (山ノ内町)



男子滑降競技スタート地点 (1765m)



女子滑降競技スタート地点 (1680m)



八方尾根男女滑降競技スタート地点

A：男子滑降競技スタート地点 (当初計画)， B：男子滑降競技スタート地点 (実施)

C：女子滑降競技スタート地点

口絵2：表土復元工および巨石積工が施された法面の植生変化（尾関）

1 表土復元工

白馬A

1998年



2000年



2008年



白馬B

1998年



2000年

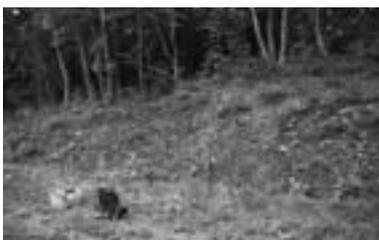


2008年



白馬C

1998年



2000年



2008年



白馬D

1998年



2000年



2008年



2 巨石積工

1997年



2008年



ま え が き

長野冬季オリンピック競技大会（以下長野大会と略す）では、その準備段階から「美しく豊かな自然との共存」という大会基本理念が掲げられ、自然保護のために様々な対策が施された。本報告書は、長野大会の開催から10年が経過した節目の年に、五輪開催当時に自然保護対策が課題となった屋外競技施設や主要な関連施設を対象に、その後の状況と課題について追跡調査を行った結果である。

長野大会は、長野県北部の5つの市町村を会場に、1998年2月7日～22日の16日間にわたって行われた。参加国（地域）72、参加選手・役員4,638人、観客数は延べ1,442,700人であった（長野オリンピック冬季競技大会組織委員会 1999）。近年オリンピック競技大会の巨大化にともない、オリンピック開催がおよぼす自然環境への影響が問題化するようになった。とりわけ長野大会においては、北緯37度以南という冬季五輪史上最南の開催地であり、その地理的・地質的な特徴を反映し、多様で豊かな自然に恵まれていることから、自然環境の保護と冬季オリンピック開催との両立が大きな課題となった。こうした背景のもと、1996年に長野県が設置した自然保護研究所（2004年に環境保全研究所に組織変更）は1997年度から研究プロジェクトを立ち上げ、屋外競技会場や関連施設の整備において実施された各種自然保護対策の効果等について、それらの検証を行った。その成果は「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」（長野県自然保護研究所編、2001）として公表されている。今回の調査は、その報告を基礎にして、当時すでに課題とされた部分を中心に、その後の推移を確認し全体的な総括を行う目的で実施された。

追跡調査には単に物事の推移を確かめること以上に大きな意味がある。長野大会が終わって10年が経過し、当時の細部の記憶が風化していく一方で、自然への影響や課題が鮮明に表れてきた部分がある。また本来自然環境への影響等を評価するには相応の時間をかけた検証が必要であり、開催後10年という節目はその好機といえる。長野の経験が今後の自然環境の保全や自然保護対策の推進に広く生かされるためには、対策効果の確認とともに課題や反省点についても科学的に直視する必要がある。

最後になりましたが、調査研究の実施に際して、ご理解とご協力をいただいた関係する自治体や機関の担当の方々に、深く感謝いたします。

2009年3月

研究プロジェクトを代表して 富樫 均

1 調査概要

1-1 調査の目的とサブテーマの設定

長野冬季五輪に関する研究プロジェクトは、五輪の経験を今後の環境保全に生かすべく、個々の自然保護対策の効果や課題を確認し、冬季五輪が自然環境に与えた影響と対応に関し総合的に検証することを目的として1997年に開始された。そして中間報告として、長野県自然保護研究所編（2001）をまとめ公表した¹⁾。

2008年度にはその中間報告を基礎に、当時すでに課題とされていた部分を中心に新たなサブテーマを設け、五輪開催から10年後における現状等について、現地調査・聞き取り調査・文献調査を行った。本報告書では、それらの調査結果をまとめ、五輪開催から10年後における当プロジェクトの成果を総括した。個別のモニタリングとして2008年に設けたサブテーマは以下のとおりである。

- ① 表土復元箇所等のモニタリング（白馬村・山ノ内町）
既設の調査箇所（コドラート）における10年後の現状確認
- ② 猛禽類への影響と現状（白馬村）
白馬村のクロスカントリー会場跡地およびその周辺における猛禽類生息状況の推移
- ③ 白馬村中畔沢と山ノ内町カッパ沢のその後（白馬村・山ノ内町）
河道内ハビタットの復元状況等の確認
- ④ ギフチョウ生息地の保全対策の現状と課題（白馬村）
滑降競技ゴールエリアにおけるギフチョウ生息地の現況と保全に関する調査
- ⑤ 志賀ルートに設置されたエコロードのその後（山ノ内町）
動物移動経路設置箇所における野生動物の利用状況
- ⑥ 主要な屋外競技施設や競技コース等のその後と現状（白馬村・長野市・野沢温泉村・山ノ内町・八方尾根上部地域）

主な競技会場や各種対策がなされた施設の現状に関する調査

現地調査の内容と方法については、対象とする分類群や対象施設等の違いを考慮して決定した。それらは、2章以下に示されるサブテーマの報告の中に記載した。

1-2 研究対象施設

調査研究対象は長野県自然保護研究所編（2001）と同様に、山林開発をともなった主要な屋外競技施設または関連施設、そして地域とした。オリンピックのような巨大な催しでは、公共事業として広範囲に様々な施設整備が行われる。そのため、この種の検証においては、研究の基本的なフレーム設計を行う上で、どこまでの整備を五輪関連事業に含めるかということが重要となる。本研究では、対象として関連事業を網羅することは困難であるため、個々の対策については、項目と代表箇所を選定し、その役割や効果を評価することとした。その際に、調査項目や内容に偏りを生じさせないように、あらかじめ施設整備や対策の全体像を把握し、バランスに配慮して調査対象を絞り込んだ。対象としたのは、とくに自然環境への影響が懸念され、工事と施設の果たした役割が時間的にも空間的にも五輪開催と関連が強かったとみなされ、同時に環境影響とその対応が相互比較できるような施設である。対象の絞り込みと選定にあたっては以下の5つの基準を設けた。

表1 研究対象の絞り込みのために設けた基準

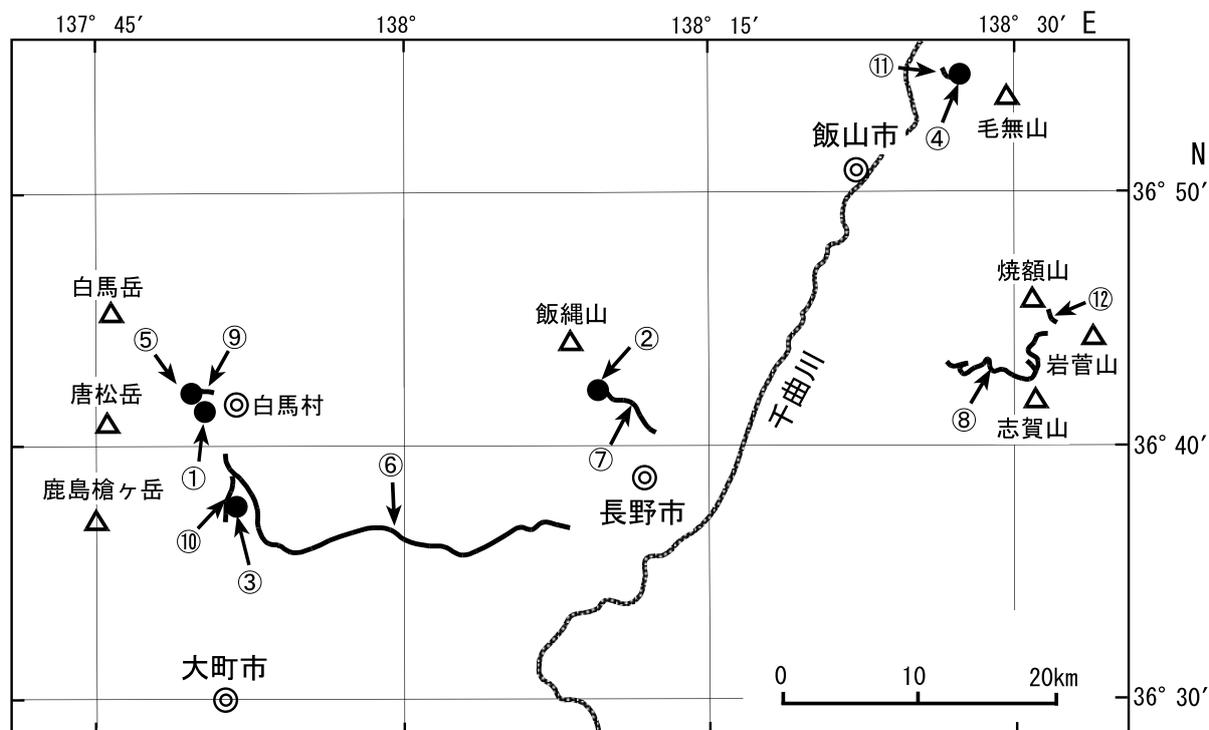
基準1	山林の開発を伴う施設のうち、長野へのオリンピック招致が決定した1991年6月以降に整備工事が行われたもの（1991年6月以前に着手していたものも含む）。
基準2	オリンピック開催時に大会の運営上不可欠の役割を果たした施設。
基準3	「自然保護検討会議（関連施設整備において自然への配慮のために県が設置した検討機関）」において自然保護対策等が話題にとりあげられた施設。
基準4	長野大会を通じて特に自然保護上の注目すべき問題が生じた地域。
基準5	新幹線と高速道路は関連地域が非常に広域におよぶため対象から除く。

競技会場間を結ぶアクセス道路の多くは、五輪開催を契機に既存道路の改良をはかることを理由に整備されたことから、五輪開催のみを目的とした事業とはいえない。しかし、主なアクセス道路は五輪招致決定後、競技会場建設とほぼ同時期に集中的かつ優先的に工事が行われ、五輪大会の開催・運営に不可欠な役割を果たしたという点で共通しており、五輪開催と強く関連した工事であった。そのため、競技会場とともに、主なアクセス道路整備を五輪関連事業として調査対象に含めた。絞り込みの結果、図1に示す5つの屋外競技施設と7つの会場アクセス道路、そして1地域（白馬村：とくに猛禽類につい

て)が対象となった。これにより、自然改変を伴い、五輪開催にあたって基本的に必要とされた関連施設の概要が把握され、それらの自然への影響程度や自然保護対策の相互比較が可能となった。

文献

- 1) 長野県自然保護研究所編(2001) 冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 135p.



- ①：ジャンプ会場 ②：ボブスレー・リュージュ会場
- ③：クロスカントリー会場 ④：バイアスロン会場
- ⑤：アルペン滑降会場
- ⑥：白馬ルート ⑦：浅川ルート（長野～飯綱ルート）
- ⑧：志賀ルート
- ⑨：林道咲花線 ⑩：農道1号線
- ⑪：バイアスロン（アクセス道路）
- ⑫：林道焼額線



図1 調査研究対象施設

2 調査結果

2-1 表土復元工および巨石積工が施された法面の植生変化

尾関雅章*・大塚孝一*

長野県白馬村と山ノ内町で、表土復元工と巨石積工が施工された法面の植生についてモニタリング調査を行った。調査は、前回、施工直後に植生調査を実施した方形区もしくは前回調査時の記録にもとづいてほぼ同地点と考えられる場所に新たに設置した調査区で行った。巨石積工では、石積の間隙に生育する植物の種数・被度に増加がみられた。表土復元工では、草本植生から低木層をとまなう植生に推移していた。巨石積工、表土復元工とも、主に在来植物からなる法面植生が形成されていた。表土復元は、埋土種子由来による植物の発芽・成長のみならず、周辺植生からの侵入植物の定着・生育基盤として法面植生の形成に寄与したと考えられた。

キーワード：表土復元工，巨石積工，植生変化，モニタリング，長野冬季五輪

1 はじめに

道路をふくむ各種の建設事業では、土を盛り上げたときに形成される盛土法面や自然斜面を切り取ったときに形成される切土法面が多数造成される。法面の緑化は元来、この造成後の法面の降雨や凍結融解作用による浸食を防止することを目的として行われてきた。したがって、法面の緑化工では、その目的に即し、より早期に植物による法面の被覆を達成するため、イネ科外来牧草類を用いた急速緑化工法など、様々な工法が開発されてきた。

近年、法面緑化を含む緑化工法には、景観や植生の復元法としての役割が求められるほか、生物多様性保全の観点から、他地域からの植物を導入しない工法も必要とされるようになった^{1), 2)}。なかでも、表土中の埋土種子を用いた植生の復元は、生物多様性の保全や復元に有効な植生復元手法の一つとして、各種の事業において注目されてきた。

1998年に開催された長野冬季五輪の会場やその周辺工事においては、造成面への周辺自然環境の速やかな復元という観点から、緑化工法の検討がなされた。その結果、施工時に発生した表土を保管し、法面形成後に蒔き出す「表土復元工」、造成にともない発生した自然石を積み上げる「巨石積工」および潜在自然植生構成種を主な構成種とする「幼苗植栽」が、法面緑化・法面被覆の工法として採用されるに至った（口絵2参照）。

尾関・井田（2001）³⁾は、こうした緑化対策後の植生変化について調査し、表土復元工施工地で、比較的早期に二次遷移で観察されるススキなどイネ科多年生草本の優占する植物群落や低木と混生した植物群落への植生変化が生じた可能性を報告した。また、表土復元工の目標である「周辺植生に一致する森林植生」の形成に関しては、より長期的な追跡調査のもとで検討する必要があると指摘した。

そこで、このほど、施工から約10年を経過した「表土復元工」と「巨石積工」の施工地において、施工後の法面の植生変化についてモニタリング調査を行ったので報告する。

2 材料と方法

2.1 調査地

表土復元工については、長野県白馬村に開設されたクロスカントリー競技会場内のコース法面と、同じく白馬村内山を通過する農道1号線の道路改良にともない生じた法面で、表土を法面上に撒き出した箇所なかから、1995年に施工された法面を単位に、計4箇所を調査地（白馬A～D）とした。

調査地の標高は約800mで、建設前の調査地周辺の主な植生は、白馬Aはスギ植林・放棄水田植物群落、白馬Bはスギ植林、白馬Cはスギ植林・コナラ林、白馬Dはスギ植林・放棄水田植物群落となっていた。調査地とした法面では、道路建設時に表土を採取、保管した後、造成後の法面上に、厚さ約20～

*長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

30cmで蒔き出し、整地がなされた。その際、表土の流出を防止するため、丸太（現地産材）を用いた土留めが施された場合もある。

なお、表土復元による植生の回復目標はいずれの施工地でも「周辺植生に類似した森林植生」とされた。ただし、各施工地に用いた表土の由来、採取地は明確ではない。

調査区として、各調査地に高さ1m×幅4mの調査区を、法面上端部に2枠、下端部に3枠の計5枠を設置した。

巨石積工については、県道奥志賀公園線沿いの標高1520mで、施工後12年となる法面を調査地とした。調査地に高さ2m×幅10mの調査区を1ヶ所設けた。なお、コドラートの下端部は車道に接するものとした。調査地周辺の現存植生は、巨石積の直上部は樹木を移植した法面となっており、その外縁は代償植生のダケカンバ群落および自然植生のコメツガ群落等に接している。また、調査地とした法面には、巨石積工施工時に緑化植物としてヨモギが播種されている。

2.2 方法

表土復元工については、表土復元工が施工された法面での植物の生育状況を把握するため、植生調査を行った。調査は、各コドラート内の植被率（%）と出現種ごとに被度（%）、最大自然高（cm）を記録した。調査は2008年10月2日・10月10日に実施した。

植生調査資料をもとに、各調査地における出現種の優占順位を総合的に示す指標として、積算優占度（SDR）⁴⁾を出現種の被度と高さから算出した。積算優占度の算出は、全層群落として行い、複数の階層に出現する種については、その被度と高さの最大値を算出に用いた。

植生の二次遷移では、一年生草本期、二年（越年）生草本期、広葉多年生草本期、イネ科多年生草本期、低木期といった植生遷移段階が生じることが知られている。調査地の植生の植生遷移段階を検討するため、出現種の生活型組成から、一年生草本、多年生草本、木本植物の別に、積算優占度を合計し、その積算優占度の総和に対する比率によりもとめた相対優占度を算出した。

また、法面に生じた裸地には外来植物が侵入し繁茂する可能性も懸念されたことから、出現種中の外来植物について、上記生活型組成と同様に、積算優

占度を用いて相対優占度を算出した。

出現種の生活型と外来植物／在来植物の区分は、宮脇ほか（1994）⁵⁾に拠った。

巨石積工についても同様に、巨石積工が施工された法面で植生調査を行い、調査区内の植被率および出現植物の被度および自然高を記録した。調査は2008年9月12日に実施した。

3 結果

3.1 表土復元工

3.1.1 植被率・群落高・群落構造の変化

施工後12年目となる2008年には、白馬村の表土復元工調査地（白馬A～D）のいずれも表土の流亡はみられなかった。また、すべての調査地で、植被率と群落高が施工後1年目の1996年、同4年目の2000年から増加していた（図1）。2008年の植被率の平均値は、白馬Aが68%、白馬Bが79%、白馬Cが77%、白馬Dが87%となり、各調査地ともほぼ緑化された状態であった。群落高の平均値は、白馬Aが232cm、白馬Bが284cm、白馬Cが290cm、白馬Dが368cmで、各調査地とも2000年の調査時点から約1m増加していた。

これら緑化の進行にともない、法面植生の階層構造では、2000年まではすべての調査地で草本層のみの単層植生が観察されたが、2008年は白馬Aで草本層が分化し、草丈により草本層の第1層（平均高：232cm）と第2層（平均高：116cm）が確認された（付表参照）。他の白馬B～Dでは、木本植物の成長により、低木層（平均高：284～368cm）と草本層（平均高：118～120cm）の分化が確認された。

3.1.2 種組成の変化

2008年の平均出現種数は、白馬Aが22.8種類、白馬Bが41.6種類、白馬Cが25.0種類、白馬Dが25.2種類で、白馬B、Cで増加、白馬A、Dで2000年とほぼ同様となる傾向を示した。

各調査地の種組成の変化について、積算優占度（SDR2）による調査地の植物群落の優占種の推移を表1に示した。1997年の調査開始時には、すべての調査地で優占種は異なっていたが、2000年には4調査地ともススキが共通して優占種となっていた。2008年には4調査地中の3調査地（白馬A、B、C）で引き続きススキが優占種となっており、白馬Dではスギが優占種となっていた。

ススキが優占種となった白馬A、B、Cでは、ス

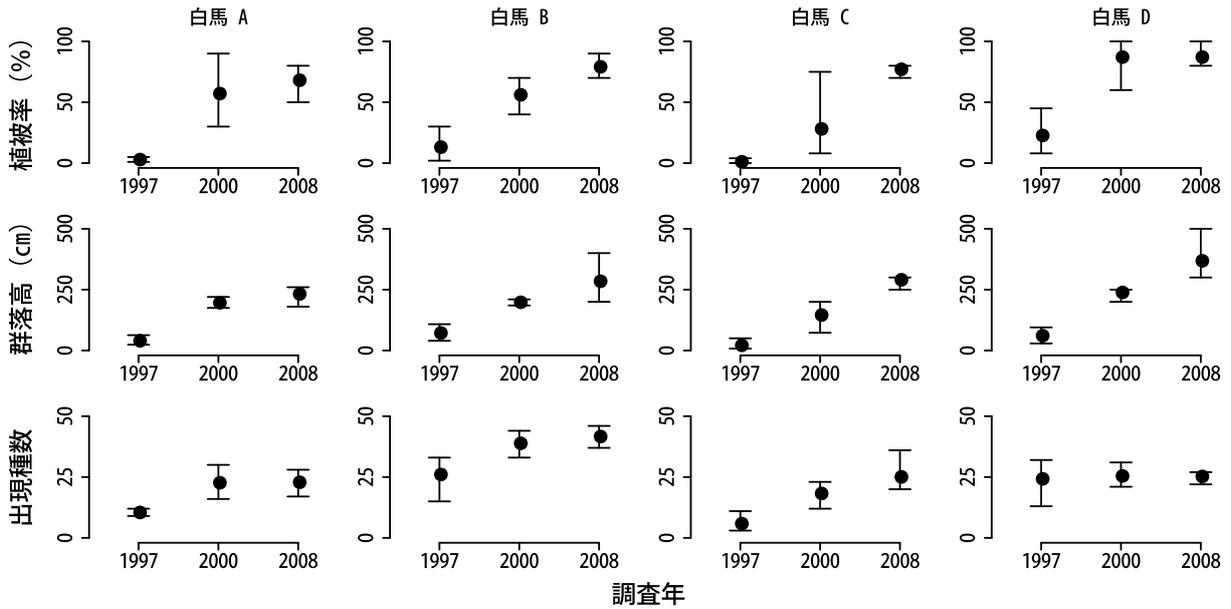


図1 白馬村の表土復元工施工地の調査年（1997年：施工後1年，2000年：同4年，2008年：同12年）と植被率（上段），群落高（中段），出現種数（下段）．平均値（●）と観測値の範囲を示した．

スキのほか，スギ，カラマツ，アカマツ，コナラ，タニウツギ，リョウブ，ヤマウルシ，ヌルデなどの木本植物が共通して優占度の上位種にみられた。かわって2000年の優占度の上位種にあったヨツバヒヨドリやゴマナ，オコトラノオなどの多年生草本の優占度が低下した。スギが優占種となった白馬Dでも，スギのほかカラマツ，ヌルデ，タニウツギ，コナラ，ウリハダカエデ，ミズナラといった木本植物が優占度の上位種にみられた。

この木本植物の増加傾向について，生活型組成に基づく相対優占度比では，2008年に全調査地で，木本植物（低木と高木）の相対優占度比が，1997年と2000年にもっとも相対優占度比が高かった多年生草本を上回っており，木本植物の優占度が増加している傾向が示された。また，全調査地とも木本植物のうち，低木の相対優占度比は，1997年，2008年と大きく異っていなかったが，高木の相対優占度比の増加が顕著であった。

出現種中の外来植物については，全調査地を通じて1997年に3種（全出現種数の13%），2000年に5種（同4%）と少数であったが，2008年は1種（同0.7%）とさらに減少した。

復元した表土から最初期に出現した種からの出現種の入れ替わりについては，1997年に出現した種のうち，2008年には確認されなかった種数は，白馬Aで23種中の3種（13%），白馬Bで55種中の17種

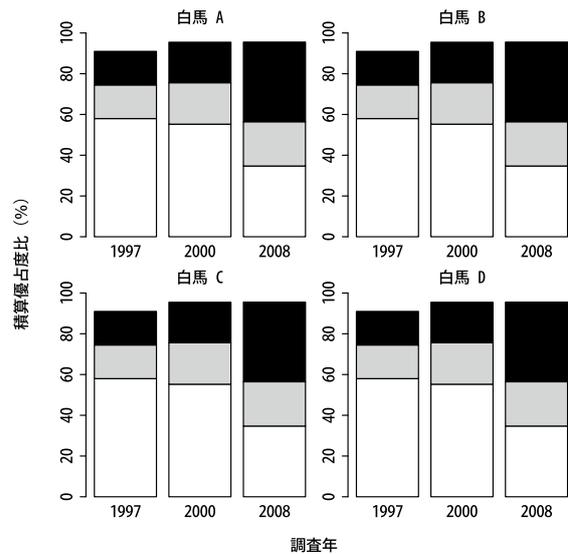


図2 白馬村の表土復元工施工地の多年草（白），低木（灰色），高木（黒）の相対優占度比の推移。

（31%），白馬Cで20種中の6種（30%），白馬Dで55種中の28種（51%）であった。逆に2008年に確認された種のうち，1997年には出現しなかった種は，白馬Aで56種中の36種（64%），白馬Bで101種中の63種（62%），白馬Cで58種中の44種（76%），白馬Dで60種中の38種（63%）であった。

表1 白馬村の表土復元施工地の優占種の推移. 積算優先度 (SDR) の上位1~10位の種を抜粋.

調査地	1997年		2000年		2008年	
	出現種	SDR2	出現種	SDR2	出現種	SDR2
白馬A	ヤマドリゼンマイ	80	ススキ	100	ススキ	100
	タガネソウ	70	スギ	50	スギ	73
	ゼンマイ	55	タガネソウ	33	アカマツ	49
	トリアシショウマ	30	ヤマドリゼンマイ	23	シシガシラ	29
	フジ	27	アカマツ	22	ノギラン	21
	ムラサキシキブ	26	ゼンマイ	16	ゼンマイ	21
	スギ	26	ムラサキシキブ	15	タガネソウ	18
	シシガシラ	24	ヨモギ	12	ケヤマハンノキ	18
	サルマメ	24	リョウブ	12	リョウブ	16
	アカマツ	20	アリノトウグサ	12	ヌルデ	15
白馬B	オカトラノオ	75	ススキ	100	ススキ	83
	トリアシショウマ	74	ヨツバヒヨドリ	34	ハンノキ	75
	タラノキ	67	カリヤス	33	カラマツ	75
	ヨツバヒヨドリ	65	カラマツ	29	コナラ	65
	ヨモギ	58	ゴマナ	28	タニウツギ	63
	ススキ	53	ヤマハギ	28	ゼンマイ	60
	ウツギ	51	ヨモギ	22	シシガシラ	57
	ヒメジョオン	50	ハンノキ	21	ウリハダカエデ	55
	オトギリソウ属 sp.	45	オカトラノオ	21	クリ	40
	カリヤス	45	タニウツギ	15	タラノキ	39
白馬C	ハイイヌツゲ	100	ススキ	82	ススキ	100
	リョウブ	66	タニウツギ	76	タニウツギ	53
	ミズナラ	50	ハイイヌツゲ	57	リョウブ	49
	ヤマハギ	42	リョウブ	43	コナラ	48
	ウリハダカエデ	40	ウリハダカエデ	26	ミヤマガマズミ	39
	コスカグサ	35	オカトラノオ	21	ウリハダカエデ	38
	ヤマドリゼンマイ	19	ヌルデ	17	ヤマウルシ	30
	ユキグニミツバツツジ	18	コナラ	17	シシガシラ	25
	コシアブラ	13	ヨシ	15	ヤマハギ	21
	ヤマハハコ	10	ゴマナ	14	ハイイヌツゲ	20
	ヤマウルシ	10				
	サルマメ	10				
	白馬D	タケニグサ	78	ススキ	100	スギ
ヨツバヒヨドリ		65	カラマツ	57	カラマツ	88
ミノボロスゲ		65	タニウツギ	38	ヌルデ	70
イグサ		65	スギ	27	ススキ	43
ミツバツチグリ		52	タケニグサ	21	タニウツギ	35
カラマツ		49	クマイチゴ	20	コナラ	29
ススキ		38	ヨツバヒヨドリ	20	ニシノホンモンジスゲ	27
タラノキ		36	ニシノホンモンジスゲ	20	ミズナラ	24
ヤマモミジ		35	イグサ	19	ウリハダカエデ	21
オトギリソウ属 sp.		33	オカトラノオ	16	クララ	20
			ウダイカンバ	16		

3.2 巨石積工

巨石積工が施工された法面では、石積みの変状や崩壊はみられなかった。調査区内への出現植物種数は、1997年、1998年、1999年に、10種、16種、19種となり施工後の経過年数に応じて、生育する植物種が増加していることが示されていた。2008年の出現種数は、39種で引き続き出現種数は増加傾向にあった。2008年の植被率は、15%であった。出現種は、播種起源と考えられるヨモギのほかススキ、ゴマナ、

ヨツバヒヨドリなどの高茎多年生草本が多く確認され、シラカンバ、バッコヤナギなどの木本植物も確認された。いずれの出現植物も積み上げられた自然石の隙間に点在して生育しており、被度は低い。しかし、1999年にはヨモギをのぞいた出現種の被度はいずれも1%以下であったのに対し、2008年には車道際に多く生育するゴマナが10%やヨモギ・ヨツバヒヨドリ・ススキ・シラカンバが5%の被度を示し、出現種の被度が増加傾向にあることが示された。

4 考察

長野県白馬村と山ノ内町で、表土復元工と巨石積工が施工された法面の植生についてモニタリング調査を行った結果、表土復元工では、草本植生から低木層をとまなう植生に推移し、巨石積工では、石積の間に生育する植物の種数および被度に増加がみられた。巨石積工、表土復元工とも、主に在来植物からなる法面植生が形成されていたことが確認された。

ここでは、表土復元工施工地の植生の推移について考察する。

イネ科外来牧草類やヤマハギやイタチハギなどのマメ科低木木本の種子を用いた法面緑化後の植生変化では、施工直後には導入したイネ科外来牧草類が優占し、施工10年後以降には導入したマメ科木本植物による低木林の形成がすすむとされる⁶⁾。しかし、施工10年後となっても下層植生には導入したイネ科外来牧草が残存しているほか、導入したマメ科低木の寡占化が生じ、周辺植生からの侵入植物による木本群落への植生遷移が停滞する事例のあることも報告されている⁶⁾。

また、今調査地の気候環境に近い冷温帯多雪域の盛土面で、造成にとまなう廃棄土にイネ科外来牧草類・ヨモギ・イタドリ種子吹付工が施工された法面の施工10年後までの植生変化⁷⁾では、施工10年後までに、導入植物の出現頻度は低下したものの優占度は依然として高い傾向にあることが報告されている。

これらの事例と今回調査地とした表土復元工施工地の植生変化について比較すると、まず施工直後の植被の形成においては、今調査地ではイネ科外来牧草類などの外部からの植物導入を用いていないため、施工4年後の植被率が50%以下で十分植被が発達しない調査地もあった³⁾。しかし、在来植物や周辺植生の構成種による緑化については、施工12年後となる2008年にはいずれの調査地でも緑化が進行しており、また法面の浸食や表土の流失はみられなかったこと、さらに、施工12年後には、依然として多くの調査地でススキが優占種ではあるものの、施工直後に発生した木本植物や周辺植生から侵入した木本植物の成長がすすんでいることから、一定の効果を示したものと考えられる。また、今調査で確認された、表土復元工施工後約10年程度での木本植物

の成長や低木層の発達は、白馬村と同時期に施工された長野県山ノ内町の施工地（標高820～1670m、施工後11～14年）でも確認されており⁸⁾、ヤシヤブシ、ヤマハンノキ、ヤマハズハンノキ、オノエヤナギ、アカマツの優占する低木群落が形成された法面もある。

なお、表土復元工施工地の植生を構成する植物の由来については、表土復元工は、表土中の埋土種子や根茎による植生の形成を期待するものであるが、調査地における現在の植生構成種の62～76%は、施工翌年の段階では確認されていなかった。このことから、埋土種子や根茎に由来して施工直後に発生した植物のみが、その後の法面植生を構成するものではなく、周辺植生からの侵入植物が法面植生の形成に大きく寄与していることを示している。また、その背景として表土復元工で復元された地盤が、その土壌物性の特性等⁹⁾から、裸地に比して、周辺からの侵入植物の定着・生育基盤として有効に機能したと考えられる。

表土復元工施工時の表土厚と植生形成の関係については、長野県山ノ内町の施工地（標高約1500m）で、施工後5年での表土厚が40cmを超えた場合には、施工後5年で中高木性樹種が優占する植生となったが、表土厚が30cm程度の場合には、中高木性樹種が侵入していても優占していなかったとされる¹⁰⁾。その後、同試験地では、施工10年後までに、表土厚が0～30cmの調査区で植被率が60～90%となり、また表土厚が10～30cmの調査区でアカマツ・カラマツが優占していたことから⁸⁾、表土厚が厚い施工地では緑化の進行や中高木性の木本植物の早期の侵入・成長が促進された可能性が考えられる。

なお、今回の緑化対策の目標である「周辺植生に一致する森林植生」の形成については、施工12年後で周辺林にも産する高木性の木本（アカマツ・コナラ・ハンノキ・スギ・カラマツ等）の相対優占度比が増加していることから、その傾向は示されていると考えられる。しかし、今後、周辺植生からクズやアレチウリなどの蔓性植物やヤマハギ・イタチハギなどのマメ科低木が侵入し、繁茂する可能性もあるほか、成長した木本植物の倒伏なども懸念され、目標植生の形成を判断するにはより長期的な追跡調査を要する。

法面緑化に対しては、今後さらに生物多様性保全への配慮のほか、景観や植生の復元法としての役割や緑地を結ぶ回廊としての機能も期待される。それ

らの機能実現に適した法面緑化を考えていくためには、表土復元工施工後の植生変化について調査事例を蓄積するとともに、他の生物群集についても法面緑化の果たす機能を明らかにすることや、また緑化の進行にともなう植生管理手法の検討等についても取り組むことが望まれる。

文献

- 1) 鷺谷いづみ. 外来牧草類の管理. 保全生態学研究, Vol.5, pp. 181-185, 2000.
- 2) 石井潤, 鷺谷いづみ. 緑化植物がもたらす外来種問題. 遺伝, Vol.63, No.1, pp. 81-85, 2008.
- 3) 尾関雅章, 井田秀行. 長野冬季五輪において試みられた緑化対策のモニタリングー表土復元後の植生変化を中心としてー. 長野県自然保護研究所紀要, 4(別冊3), pp. 9-18, 2001.
- 4) 沼田真, 依田恭二. 人工草地の群落構造と遷移 I. 日本草地研究会誌, Vol.3, pp. 4.11, 1957.
- 5) 宮脇昭, 奥田重俊, 藤原陸夫. 改訂新版日本植生便覧. 至文堂, 1994.
- 6) 津下圭吾, 谷口伸二, 實松秀夫. 人工芝工の植生追跡調査事例. 日本緑化工学会誌, Vol.29, pp. 396-399, 2004.
- 7) 西條好迪, 石川達芳. 道路法面の植生管理に関する研究 (I) 冷温帯多雪域の高い盛土法面における10ヶ年の植生の変化. 岐阜大農研報, Vol.1.51, pp. 363.374, 1986.
- 8) 長野県中野建設事務所. 平成19年度一般国道292号及び(仮)奥志賀公園線道路改築事業モニタリング調査(供用10年目). 長野県中野建設事務所, 2008.
- 9) 小林亜里沙, 阿部廣史, 竹内美晴, 尾畑和彦. 表土復元工法のその後の経過と評価について. 長野工業高等専門学校紀要, Vol.41, pp. 31-36, 2007.
- 10) 小山泰弘, 小木曾克己, 戸上学. 表土復元工実施5年後における林道法面の植生. 第114回日本林学会大会講演要旨集, p. 159, 2003.

2-2 白馬村のクロスカントリー会場跡地および その周辺における猛禽類の生息状況

堀田昌伸*

白馬村のクロスカントリー会場と旧バイアスロン会場候補地で、2008年の行動調査とこれまでの情報収集から、猛禽類（オオタカやノスリ、ハチクマ）の生息状況を明らかにした。その結果、クロスカントリー会場については1997年以降、旧バイアスロン会場候補地では1998年以降にオオタカの営巣が確認されなくなった。ただしオリンピックの開催後に会場周辺でのオオタカの営巣がなくなったことについて、現在得られているデータからその具体的な原因を特定することは困難である。一方、ノスリはオリンピック開催前、開催後のモニタリング期間、最近のいずれでも営巣が確認されている。

キーワード：クロスカントリー競技場、旧バイアスロン会場候補地、希少猛禽類、オオタカ、ノスリ

1 はじめに

1998年2月に長野市を中心として「自然との共生」を謳った第18回オリンピック冬季競技大会が開催され、2008年で10年となった。会場等施設の整備や建設にあたっては、自然保護に関わるさまざまな問題が発生した。鳥類については、旧男子滑降会場候補地の岩菅山でイヌワシの生息、クロスカントリー会場の白馬村内山地区や旧バイアスロン会場候補地の飯森東山地区でオオタカやノスリの生息が確認され、会場の変更や競技コースの縮小などがなされた^{1), 2)}。

クロスカントリー会場や移転先の野沢温泉村のバイアスロン会場では、会場建設やオリンピック開催期間中、いくつかの環境配慮（鳥類では、猛禽類の営巣への配慮）がなされ、競技終了後2年間、希少猛禽類の生息状況調査が行われた^{1)~6), 15)~19)}。

一方、旧バイアスロン会場候補地については、会場移転後は希少猛禽類の生息状況は断片的な営巣状況調査のみが行われた。

クロスカントリー会場ではオリンピック後に、冬季はクロスカントリー競技や練習、夏季はメインスタジアムが陸上やサッカーなどの練習に後利用されている。一方、旧バイアスロン会場候補地には、1996年にミニゴルフ場が開業し、その後産業廃棄物処理施設が建設された¹³⁾。

今回の調査では、調査対象地として、コース変更など環境配慮がなされたクロスカントリー会場（白

馬村内山地区）と変更により会場とならなかった旧バイアスロン会場候補地（白馬村飯森東山地区）とし（図1）、オリンピック終了後から2008年までの間、猛禽類の生息状況を明らかにするために調査を実施した。

2 調査方法

クロスカントリー会場については2008年4月から8月にかけて月1、2回程度（表1）、主に調査地点P1（図1）などから、20倍の望遠鏡と8倍の双眼鏡をもちいて猛禽類の行動観察をした。確認した猛禽類については、確認した場所や時間、位置のほか、行動（特に餌運びなど重要な行動）などについて記録した。そして、そのような行動調査から猛禽類の営巣状況について把握した。

表1 クロスカントリー会場での猛禽類調査

月日	観察時間	天候
4月16日	6時間10分	晴れ
4月21日	4時間50分	晴れ
5月2日	4時間45分	晴れ
5月9日	4時間30分	晴れ
6月11日	1時間	晴れ
7月30日	2時間30分	曇り
8月22日	2時間	晴れ

* 長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

次に、今回の調査にあたって、クロスカントリー会場と旧バイアスロン会場候補地の両地域について、オリンピック後に白馬村や環境保全研究所などが実施した猛禽類に関する調査資料を利用した。なお、オリンピック開催前と開催後モニタリング期間の状況については、白馬村の環境影響評価書^{1), 2)}およびモニタリング報告書^{3)~6)}を利用した。

白馬村では平成6年(1994年)3月に「白馬村における希少野生動物の保護に関する条例(通称、オオタカ条例)」が可決され、オオタカ保護監視員をおき、クロスカントリー会場を中心とし村内におけるオオタカをはじめとする猛禽類の生息状況を把握・報告するシステムがつけられた。平成18年度(2006年度)以降は、報告書というかたちで監視員から村に報告されており、今回の調査にあたって村から提供していただいた^{7)~9)}。

また、旧バイアスロン会場候補地では、2003年に民間業者による産業廃棄物処理施設建設計画があり、研究所では県環境自然保護課の依頼により2004年の繁殖期に猛禽類の生息状況を調査した。その結果も今回の調査資料とした。

今回の報告では、これら野外調査(2008年)と既存資料の結果から、オリンピック後の両地域での猛禽類の生息状況とその推移を明らかにすることを試みた。

3 結果と考察

2008年4月~8月、クロスカントリー会場とその周辺で猛禽類の生息状況を調査した。その結果、メッシュB7にある林にノスリ成鳥が餌を運びこむのを2度確認した(図2c)。このことから、ノスリはこのメッシュで営巣している可能性がある判断された。そして、7月に隣のメッシュB8でノスリの巣立ちヒナを2羽確認した(図2c)。しかし、オオタカについては1度しか確認されず、その個体は若い個体であり、営巣に結びつくような行動はなかった。そのため、2008年の繁殖期、クロスカントリー会場とその周辺でオオタカが営巣した可能性は低いと判断される。

次に、収集した資料について見ると、「最近」のデータ(2004, 2006~2008)では、両地域でオオタカが営巣していないことがわかる(表2)。逆に、2006年、周辺のメッシュC6でオオタカの営巣が確認されている(図2, 表2)。一方、ノスリについ

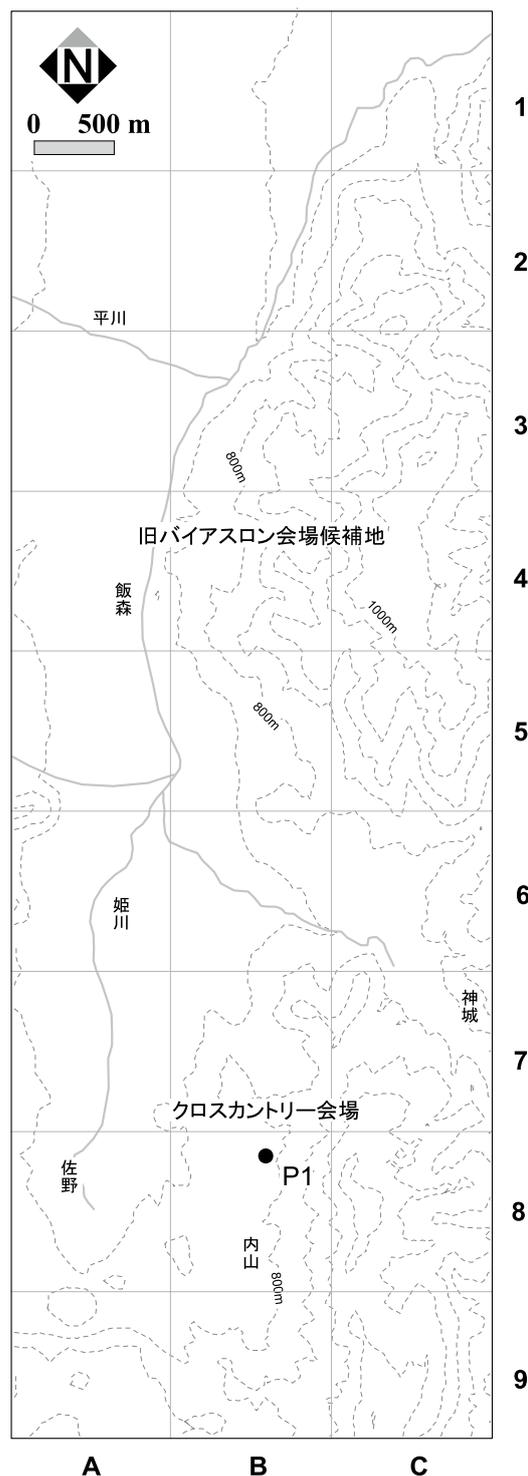


図1 調査地。

白马村にあるクロスカントリー会場と旧バイアスロン会場候補地のおよその位置を示す。この概略図では、姫川の左岸側も示してあるが、調査したのは主に姫川右岸の地域である。

調査地を1kmのメッシュにわけ、列を左からA, B, C, 行を上から1, 2, 3, ..., 9とナンバリングし、それぞれのメッシュを特定できるようにした。

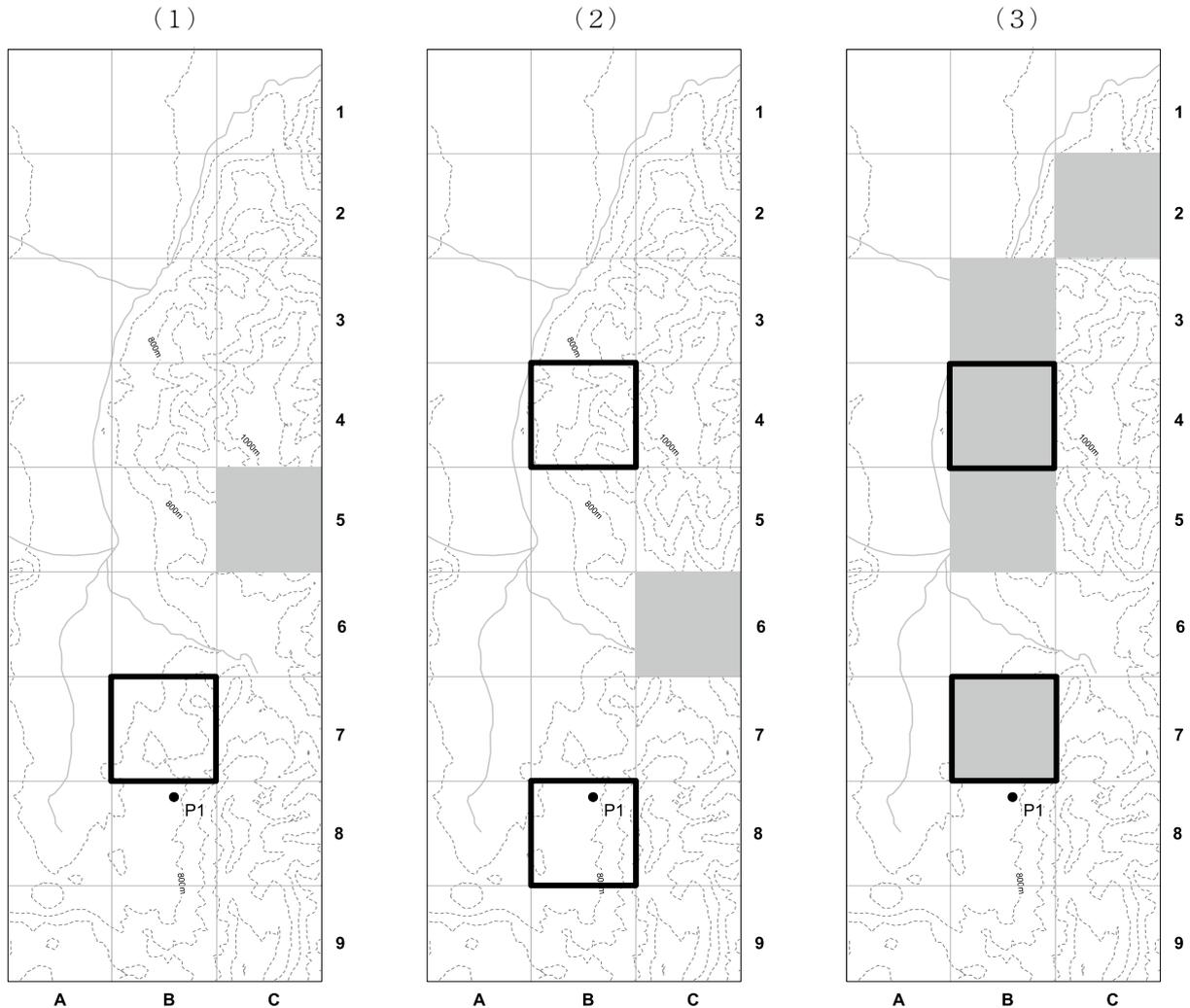


図2 (1)ハチクマ, (2)オオタカ, (3)ノスリが営巣あるいは営巣した可能性が高いメッシュ。
太実線で囲まれたメッシュはオリンピック開催前（1993～1997）およびオリンピック開催後から環境影響評価によるモニタリング期間（1998～2000）の営巣状況，スクリーンのメッシュは最近（2004, 2006～2008年）の営巣状況を示す。

ては、最近のデータから両地域で営巣が確認され、両地域の周辺の3メッシュでも営巣が確認されている（図2，表2）。

一方、オリンピック開催前や開催後のモニタリング期間におけるオオタカやノスリの生息状況を見てみると、オオタカはクロスカントリー会場では1996年の繁殖期まで、旧バイアスロン会場候補地では1997年の繁殖期まで毎年のように営巣していたが、それ以降は営巣が確認されていない。ノスリについては、オリンピック開催前と同様に、オオタカの営巣が確認されなくなった後のモニタリング期間も営巣が確認されている（表2）。

なお、ハチクマについてはオリンピック開催後のモニタリング期間の2000年にクロスカントリー会場

で営巣を確認した1例と2007年と2008年に周辺の地域で営巣の可能性があった2例だけであった。

オオタカ保全の観点から見ると、今回のオリンピックでの配慮は大きく二つに分けることができる。一つは短期的な視点にたった保全であり、当時のオオタカの営巣への配慮、つまり、工事の騒音の軽減や夜間の照明の自粛などである。クロスカントリー会場では、1993年からオリンピック開催前の1996年までオオタカの営巣が確認されたことから、工事中の種々の配慮については、ある程度の効果があったと評価できる。

もう一つは長期的な視点にたった保全であり、オオタカがオリンピック開催後もそこに生息し営巣し続けるための配慮である。たとえば旧バイアスロン

表2 オリンピック開催前(1993~1997),オリンピック開催後から環境影響評価によるモニタリング期間(1998~2000),そして,最近(2004, 2006~2008年)の,バイアスロン会場および旧バイアスロン会場候補地とその周辺における猛禽類3種,ハチクマ(Pa),オオタカ(Ag),ノスリ(Bb)の営巣状況.○印は営巣,あるいは営巣の可能性が高いことを示す.メッシュのかかった地域・年は猛禽類の調査がされていないことを示す.

年	クロスカントリー会場			旧バイアスロン会場候補地			両地域の周辺		
	Pa	Ag	Bb	Pa	Ag	Bb	Pa	Ag	Bb
1993		○	○		○	○			
1994		○			○				
1995		○			○				
1996		○	○		○				
1997			○		○	○			
1998			○			○			
1999			○			○			
2000*	○								
2004						○			
2006**								○	
2007						○	○		○
2008			○			○	○		○

*2000年のハチクマの営巣については,環境保全研究所の鳥類相調査の際に確認した.しかし,猛禽類のモニタリング調査は実施されていない.

**2006年の猛禽類調査は白馬村全体を対象としている.そのため,オオタカの営巣を除いて,他の種類については営巣を特定するまでの調査はされていない.

会場候補地から野沢温泉村への会場移転やクロスカントリー会場でのコースの縮小などがこの配慮にあたる.しかし,オリンピック開催後,オオタカが両地域で営巣しなくなった.クロスカントリー会場では,コースを縮小することでオオタカの営巣林を保全したが,営巣林の周辺は会場や道路が建設され,かなりの面積の改変があった.一方,会場そのものを野沢温泉村に移した,旧バイアスロン会場候補地でも,その後ミニゴルフ場が建設され,オオタカの営巣が確認されなくなった後,小規模な産業廃棄物処理施設が建設された¹³⁾.つまり,営巣林に直接オリンピックの会場が建設されたわけではないが,その後に営巣林の周辺でかなりの面積の改変がなされた.このような変化が長期的にみて,オオタカの営巣に影響を与えた可能性がある.

一般に,オオタカの営巣林の大きさにはかなりの幅があり,オオタカは数haの孤立林から大面積の森林までさまざまなタイプの森林に営巣する¹⁰⁾.¹⁴⁾したがって,今回の営巣林やその周辺の林の改変,それによる森林面積の縮小が,オオタカの営巣にどの程度の影響を与えたかについては判断がむず

かしい.ただし,オオタカの繁殖期の行動圏はかなり広く,平野部の農村地帯で雄成鳥の行動圏は700~1,200haにもおよび,かれらはこの中で採食行動を行っている¹¹⁾.このことは今回の両地域での会場建設や事業による改変がかれらの採食域を変化させた可能性があることを示している.

事業者が実施した環境アセスメントは,これまで行われているほかの環境アセスと同様に事業の影響を定量的に予測しているわけではない.そのため,今回のようにオオタカが生息しなくなった場合に,その具体的な原因まで突きとめるのはかなり難しい.最近では,このような問題点を解消する手段として,環境の価値を定量的に判断する手法(HEP: habitat evaluation proceduresの略)も考案され,日本にも一部導入されている²⁰⁾.

長野冬季オリンピックは,「自然との共存」をスローガンとして,さまざまな環境配慮を行ってきた.オリンピック開催10年後の全体的な状況をみると,オオタカの保全については,部分的にうまくいったと評価できる面もあるが,必ずしもうまくいかなかった面もあったということになる.

謝辞

本論を作成するにあたって、さまざまな方にお世話になりました。とくに、白馬村には貴重なデータを提供していただきました。この場をお借りして感謝申し上げます。

文献

- 1) 白馬村（1994 a）クロスカントリー競技会場地整備事業に係る環境影響評価書。白馬村。
- 2) 白馬村（1994 b）クロスカントリー競技会場地整備事業に係る環境影響評価書 資料編。白馬村。
- 3) 白馬村（1997）平成8年度クロスカントリー競技会場地環境アセスメントモニタリング委託業務調査結果報告書。白馬村。
- 4) 白馬村（1998）平成9年度クロスカントリー競技会場地環境アセスメントモニタリング委託業務調査結果報告書。白馬村。
- 5) 白馬村（1999）平成10年度クロスカントリー競技会場地環境アセスメントモニタリング委託業務調査結果報告書。白馬村。
- 6) 白馬村（2000）平成11年度クロスカントリー競技会場地環境アセスメントモニタリング委託業務調査結果報告書。白馬村。
- 7) 杉本淳（白馬村オオタカ監視員）（2007）白馬村のオオタカ報告書：平成18年度調査。白馬村。
- 8) 杉本淳（白馬村オオタカ監視員）（2008）平成19年度白馬村オオタカ監視報告書。白馬村。
- 9) 杉本淳（白馬村オオタカ監視員）（2009）平成20年度白馬村オオタカ監視報告書。白馬村。
- 10) 堀江玲子・尾崎研一（2008 a）オオタカの営巣環境。（尾崎研一・遠藤孝一編著）オオタカの生態と保全：その個体群保全に向けて。（社）日本林業技術協会，東京，pp20-25。
- 11) 堀江玲子・尾崎研一（2008 b）オオタカの行動圏。（尾崎研一・遠藤孝一編著）オオタカの生態と保全：その個体群保全に向けて。（社）日本林業技術協会，東京，pp33-39。
- 12) 堀田昌伸（2001）土地改変にともなう鳥類相への影響。長野県自然保護研究所紀要4（別冊3）：19-28。
- 13) 堀田昌伸・富樫均（2006）白馬村旧バイアスロン競技会場予定地における猛禽類の生息状況－長野冬季オリンピック関連施設のモニタリング調査報告。長野県環境保全研究所研究報告。1：73-78。
- 14) Kenward,R.（2006）The Goshawk. T&AD Poyser,London.
- 15) 野沢温泉村（1994）バイアスロン競技会場地整備事業に係る自然環境影響調査報告書。野沢温泉村。
- 16) 野沢温泉村（1997）平成8年度モニタリング委託業務報告書。野沢温泉村。
- 17) 野沢温泉村（1998）平成9年度モニタリング委託業務報告書。野沢温泉村。
- 18) 野沢温泉村（1999）平成10年度モニタリング委託業務報告書。野沢温泉村。
- 19) 野沢温泉村（2000）平成11年度モニタリング委託業務報告書。野沢温泉村。
- 20) 尾崎研一（2008）オオタカ保全の問題点と新しい個体群保全法の提案。（尾崎研一・遠藤孝一編著）オオタカの生態と保全：その個体群保全に向けて。（社）日本林業技術協会，東京，pp 99-102。

2-3 アルペン男女ゴールエリアで行われた河道切り替え後の河川環境 復元プロセス：2000年～2008年のモニタリング結果から

北野 聡*

自然環境に配慮した流路工施工が行われた白馬村中畔沢において、施工後1年目（2000年）、4年目（2003年）、9年目（2008年）に、改修区間と非改修区間で水生生物に重要な環境変量を計測し比較検討した。その結果、水深は1年目には改修区の方が浅かったが、その後差が認められなくなった。一方、川幅、底質、流速の分布にはいずれの年も両区間で差はみられなかった。また、改修区の植生カバーは、施工後1年目および4年目は極端に未発達であったが、時間とともに回復していることが確かめられた。

キーワード：溪流、自然石施工、水生生物、モニタリング

1 はじめに

中畔沢は八方尾根スキー場中腹部から山麓にかけて流れる急勾配の小溪流であり、従来より砂防事業が進められてきた。一方、平成10年に開催された長野冬季五輪では、男女アルペン競技のゴールエリアが中畔沢に隣接したことから、事業主体である長野県姫川砂防事務所では砂防事業の一環として自然環境に配慮した流路工づくりが行われた。工事による水生生物への影響を最小にするために、自然石等の材料を使った流路工が行われたほか、工事区域内の貴重な水生生物（イワナ、ハコネサンショウウオ）および植物については、姫川砂防事務所、白馬村、長野オリンピック冬季競技大会組織委員会（N A O C）の各関係者とボランティアによって積極的な移植が行われた²⁾。

流域整備およびその環境影響調査は、アルペン競技会場地整備事業を担当した白馬村と流域の砂防事業を進める長野県姫川砂防事務所によって分担・連携して実施されている^{1)~5), 9)}。北野⁸⁾は、流路施工1年目の河川環境を計測するとともに、これら一連の生物モニタリング結果をレビューし、水生生物関連の自然保護対策の成否について評価した。たとえば、自然素材を用い景観に配慮した流路工は、底質・流速・川幅の環境変量の観点からは自然流路と差がないものであったが、水深および河畔植生カバーは明らかに不足していた。また、モリアオガエル、タゴガエル、ハコネサンショウウオをはじめと

する両生類については施工後も確認されたが、上流部に移植されたイワナは地域的に絶滅した。イワナが定着しなかった要因としては、移植先の空間の不足や改修区の環境が生息環境として不適であったことが指摘されている⁸⁾。

本調査では、中畔沢の流路工について、流路とその周辺の物理的環境、とくに水生生物の生息基盤となる水深や流速分布について、施工後1年目、4年目、9年目の状況を記録し比較したものである。ここでは、改修工事が行われなかった上流の隣接区間を対照区（非改修区）とみなし、経時的に生態系の復元過程をモニタリングした。

2 方法

調査は、2000年9月1日、2003年10月3日および2008年9月3日に北安曇郡白馬村の中畔沢で行った（図1）。調査当日の天候はいずれもくもり～晴れであり、降雨等による異常な増水は認められず、流量は終日安定していた。環境の計測については、中畔沢の河道改修が行われた約220m区間（改修区）ならびにその上流部にある80m区間（以降、非改修区と呼ぶ）を対象とした（図1）。改修区と非改修区の間には、カルバート管により地下を通過する区間があるが、これらを含めた約50m区間については計測の対象外とした。

環境変数としては次の項目を計測した。(1)川幅：上流に向かって5～10mおきに河道横断面を設定し、表流水の確認される幅を測った。中州がある場

*長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

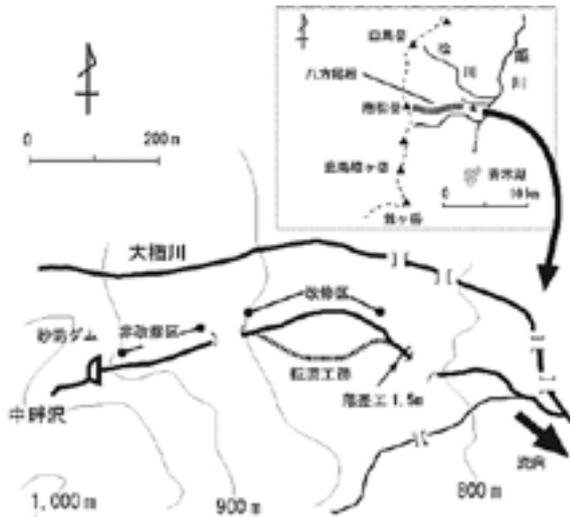


図1 調査地の地図

合にはその部分は差し引いた。(2) 水深：川幅を計測した横断面に3つの等区分点を設定し、それぞれについて水表面から底までの距離を測定した。中州があるときは、これを無視し、分流を仮想的に一つの流れとみなして、区分点を設定した。計測ポイント(区分点)の設定については(2)～(5)まで共通である。(3) 流速：計測ポイントにおいて、表面から60%の水深点にプロベラ式流速計(プロベラ径 20mm; Yokogawa Hokushin Electric 社製)をセットして測定した。(4) 流量：計測横断面における表流水の流量。上記の流速、水深データを用いて計算。(5) 底質(礫組成)：計測ポイントに一辺25cmの正方形枠を設置し、目視によって優占する礫の径に基づき5段階に区分して記録した⁸⁾。各段階は礫の大きさにしたがってスコアをつけた。すなわち、スコア0：泥(<0.1cm)、同1：砂(0.2-0.5cm)、同2：小礫(0.5-4cm)、同3：中礫(5-10cm)、同4：大礫(10cm<)の5段階である。(6) カバー：ここではUrabe and Nakano¹⁴⁾における“上空を覆う水面上に張り出した植生や岸”をカバーと定義した。また、水生生物から見るとカバーがどのような高さにあるかで、その機能が異なると考えられるため、低層カバー(水面上2m以内)と高層カバー(2m<)に分けて、カバーの有無を各計測ポイントについて記録した。

3 結果および考察

各調査年における景観を図2に示した。施工後の

1年目にあたる2000年の状況では、非改修区で顕著な瀬-淵構造が認められる一方、改修区では1-2箇所の人工淵以外を除き浅瀬が連続した景観を呈していた。2008年の段階でもそれぞれの景観については大きな変化はなく、たとえば、最大水深や水深20cmを超える地点比率のそれぞれの数値をみると、非改修区で32cmおよび8%、改修区で55cmおよび12%であった。改修区で瀬-淵構造が発達しなかったのは、使われた自然石がコンクリートで河床に固定されているものが多く、流水による洗掘作用が十分に働かなかったためと考えられる。

川幅、水深、流速、流量、底質の5項目について、改修区と非改修区と比較した結果を表1に示した。川幅、流速、底質スコアの平均についてはいずれの年でも両区間で有意な差はみられなかったが、水深と上空カバーについては差が認められた。水深については、2000年は改修区で浅い傾向が認められたが、2003年、2008年では差がみられなくなった。一般に、施工直後の段階では流路表面に間隙が多く、流水の相当部分が地下に浸透していたと推察される。したがって、中畔沢では、河床の安定化が時間とともに進行し、施工後4年目には一定の水準に達したものと考えられる。ただし、流量データでは、2001年と2003年に下流の改修区で上流の非改修区よりも少ない傾向が認められ、2003年の段階でも改修区で相当の伏流現象があったことがうかがえる。

その他、区間で差異が検出された環境要因は上空カバーであった。時間経過との関連でみると、高さ2m以内の低層カバーは、2000年や2004年に比べ2008年で飛躍的に増加し、2008年には非改修区を有意に上回った。一方、高さ2mを超える高層カバーについても、改修区で増加したが、2003年までは皆無であり、2008年の段階でもその率は3割程度と非改修区の3分の1程度にとどまった。高層カバーが発達すると被陰作用により低層カバーの量は制限されると考えられるため、2008年における改修区での低層カバーの発達が高層カバーの未発達によってもたらされた結果であろう。しかしながら、一連の上空カバーの推移は、一般的な溪流河畔植生の発達段階としてとらえることができ、さらに時間をかけることで非改修区にみられるような河畔林に遷移することが期待される。

河畔植生は様々な経路で河川内生態系に影響をおよぼし、水生生物の生息や群集構造を決める重要な要因となることが知られる^{6), 7), 11)}。たとえば、小溪

(a) 2008年



(b) 2003年



(c) 2000年



図2 各調査区の景観。(a) 左より改修区中央部, 改修区上部, 非改修区中央部,
(b) 左より改修区上部, 非改修区中央部, (c) 左より改修区中央部, 改修区下部.

流のイワナにとって夏季の水温上昇は致命的であるが¹³⁾, 河畔林が発達すれば日射による水温度上昇は抑制されるであろう。またイワナ類は夏の間, 多くの餌資源を森林から供給される陸上性昆虫に依存する¹¹⁾。さらに森林は河川の水質や水量の安定に寄与し, 落葉・落枝は直接水生昆虫類の餌として利用され, 場合によっては魚類や大型水生昆虫の隠れ場所となりうる¹²⁾。

中畔沢では従来生息したイワナの局所絶滅が報告されているが⁸⁾, 今後河畔林を含めた河川環境の復元が進めば付近からの移殖等の方法でイワナの個体群再生も可能と考えられる。ただし, 調査区の上流には高さ10mを超える堰堤, また下流部には2mの段差が存在するため, 現状では個体群の孤立は解消されていない。一方, 中畔沢とその周辺には, 両生類のハコネサンショウウオ, カジカガエル, タゴガ

エル, モリアオガエルの生息も確認されており, これらの生物群については施工直後から比較的順調な個体群の定着が報告された¹⁰⁾。今後の河川生態系復元を的確に進めるには, 各生物群の生態特性の理解とともに時間空間的な生態系の広がり(つながり)に関する視点と配慮が求められる。

文献

- 1) 白馬村 (1995) アルペン競技会場地整備に係る自然環境影響調査報告書, 367pp. + 資料81pp.
- 2) 白馬村 (1997) アルペン競技会場地整備に係るモニタリング状況報告書-1996年度分. 90pp + 写真234枚.
- 3) 白馬村 (1998) アルペン競技会場地整備に係るモニタリング状況報告書-1997年度分. 96pp +

表1 河川流路内部の環境変数の比較. 平均±標準誤差 (サンプル数) および統計量を示した.

環境変数	調査年	改修区	非改修区	統計量*1
川幅 (cm)	2000	131.5 ± 16.0 (24)	140.0 ± 18.1 (14)	F = 0.11 ^{ns}
	2003	146.7 ± 16.4 (18)	146.1 ± 17.9 (14)	F = 0.0006 ^{ns}
	2008	191.5 ± 14.1 (24)	159.3 ± 15.6 (20)	F = 2.35 ^{ns}
水深 (cm)	2000	8.8 ± 0.6 (72)	13.9 ± 1.5 (42)	F = 13.9 ^{***}
	2003	9.9 ± 0.8 (54)	12.4 ± 1.1 (42)	F = 3.83 ^{ns}
	2008	9.9 ± 0.8 (72)	10.5 ± 1.2 (60)	F = 0.19 ^{ns}
流速 (cm/s)	2000	27.1 ± 2.7 (72)	25.9 ± 3.6 (42)	F = 0.79 ^{ns}
	2003	20.9 ± 2.9 (54)	27.1 ± 0.5 (42)	F = 3.41 ^{ns}
	2008	32.5 ± 3.3 (72)	37.6 ± 4.1 (60)	F = 0.97 ^{ns}
流量 (L/s)	2000	28.1 ± 4.1 (24)	38.5 ± 5.4 (14)	F = 2.36 ^{ns}
	2003	25.3 ± 3.6 (18)	41.8 ± 4.6 (14)	F = 8.23 ^{**}
	2008	56.0 ± 6.7 (24)	44.2 ± 4.2 (20)	F = 2.01 ^{ns}
底質スコア (0~4)	2000	3.1 ± 0.1 (72)	3.0 ± 0.2 (42)	U = 1407.0 ^{ns}
	2003	2.9 ± 0.1 (54)	3.0 ± 0.1 (42)	U = 1064.0 ^{ns}
	2008	3.4 ± 0.1 (72)	3.3 ± 0.1 (60)	U = 2088.5 ^{ns}

*1 パラメトリックデータ (川幅, 水深, 流速) は一元配置分散分析 (ANOVA), ノンパラメトリックデータ (底質) は Mann-Whitney の U 検定による. ns: 有意差なし, ***: P < 0.001 で有意差あり

表2 流路外の環境変数 (%データ). () 内はサンプル数.

項目		改修区	非改修区	有意確率*1
低層カバー率 (%)	2000	19.4 (72)	33.3 (42)	P > 0.05
	2003	14.8 (54)	21.4 (42)	P > 0.05
	2008	66.7 (72)	21.7 (60)	P < 0.001
高層カバー率 (%)	2000	0.0 (72)	97.6 (42)	P < 0.001
	2003	0.0 (54)	85.7 (42)	P < 0.001
	2008	30.6 (72)	93.3 (60)	P < 0.001

*1 Fisher の正確確率検定

- 写真94枚.
- 白馬村(1999 a) アルペン競技会場地整備に係るモニタリング状況報告書-1998年度分. 62pp+写真46枚.
 - 白馬村(1999 b) アルペン競技会場地整備に係るモニタリング状況報告書-1999年度分. 24pp+写真36枚.
 - 井上幹生 (1998) 森と魚. 森誠一編「魚から見た水環境」, pp. 145-157, 信山社サイテック.
 - Inoue, M. and Nakano, S. (1999) Habitat structure along channel-unit sequences for juvenile salmon: a subunit-based analysis of in-stream landscapes. *Freshwater Biology*, 42, 597-608.
 - 北野 聡 (2001) 河道切り替えに伴う河川生態系復元プロセス~アルペン男女ゴールエリア~. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3: 55-62.
 - Mark, B. B., Finn, J. T. and Brooke, H. E. (1985) Quantifying stream substrate for habitat analysis studies. *North American Journal of Fisheries Management*, 5, 499-500.
 - 長野県姫川砂防事務所(2001) 中畔沢・大楯川における砂防事業に伴うモニタリング調査結果概要, 9 pp.
 - 中野 繁 (2002) 川と森の生態学. 北海道大学図書刊行会, 札幌.
 - 瀬尾 均・鈴木和次郎 (1999) 水辺林の構造と機能. 太田猛彦・高橋剛一郎編「溪流生態砂防学」, pp. 16-25, 東京大学出版会.
 - Takami, T., Kitano, F., and Nakano, S. (1997) High water temperature influences on foraging responses and thermal deaths of dolly varden *Salvelinus malma* and white-spotted charr *S. leucomaenis* in a laboratory. *Fisheries Science*, 63, 6-8.
 - Urabe, K. and Nakano S. (1999) Linking microhabitat availability and local density of rainbow trout in low-gradient Japanese streams. *Ecological Research*, 14, 341-349.

2-4 志賀高原横湯川支流カッパ沢の水質調査結果 ～トンネル排水の影響～

北野 聡*・富樫 均*

トンネル排水により鉄・ヒ素の流入がみられる横湯川支流カッパ沢において、水質および底生動物の生息状況を調査した。トンネル排水は河水水に比べpHが酸性に偏り、電気伝導度が高かった。トンネル排水の水量は毎秒4Lで、沢上流部における河川流量の約5%を占め、底生動物群集に影響をおよぼしていた。以上の傾向は約10年前のモニタリング調査結果とほぼ一致した。

1 はじめに

長野冬季オリンピックにおいて、競技会場へのアクセス道整備の一環として、国道292号から県道471号（奥志賀高園線）を含む志賀ルートの建設工事が行われた。工事では、既存の道路の狭小な幅員や急カーブ区間を解消する目的で、4つの橋梁と3つのトンネルが建設された。その中で志賀第3号トンネル（延長1072.4m、高さ4.5m、幅8.5m）が1995年12月に開通したが、掘削工事にともない相当量の地下水が湧出し、その排水が近くの沢（横湯川支流のカッパ沢）に流入した。1998年11月の事業者によるモニタリング調査では、流入地点より下流側の沢水で鉄およびヒ素の金属イオン濃度が高く、またpHもやや酸性に偏っており、水生昆虫類の種数、個体数がともに少ないことが報告された¹⁾。その後もトンネル排水は沢に流入し続けていることから、今回その影響について確認調査を行った。

2 調査方法

2008年9月5日に志賀高原を流れるカッパ沢の4地点（以下のNo.1～4；図1参照）で、水質および水生昆虫の生息状況について調査した。当日は晴れており、降雨等による短期的な増水や濁りは認められなかった。

- No.1：トンネル地下水流入地点の水質に変化がない地点（流入地点の50m上流）
- No.2：トンネル地下水流入地点直下の変色が見られる地点（流入地点の20m下流）
- No.3：No.2とNo.4の中間地点（流入地点の480m

下流)

No.4：沢の合流後の地点（流入地点の1,000m下流）

水質調査では、水温、流量（河川横断法により推定）を現場にて測定したほか、pH、電気伝導度、鉄、ヒ素の各項目については、500mlのポリエチレン製サンプル管に各地点の表流水を採取して、研究室（環境保全研究所安茂里庁舎）に持ち帰り定法により分析を行った。

水生昆虫類調査はコドラート調査による定量法により実施した。現地で25cm×25cm（離合社製サーバーネット、網地 NGG40）のコドラートを使用して水生昆虫類を採集し、5%ホルマリン溶液で固定した。その後、研究室に持ち帰り、できる限り下位の分類群まで同定し計数した。

3 調査結果

3.1 水質調査結果

水質調査結果の一覧を表1に示した。以下には水質基準値と比較した結果について述べる。なお、カッパ沢には水質基準の類型化指定が行われていないが、流入する横湯川には「生活環境の保全に関する環境基準」の「河川A類型」の指定があり、カッパ沢についても同様にこの基準を当てはめた。また鉄とヒ素の各項目については「河川A類型基準」に定められていないが、水道法に基づく水質基準値のそれぞれ0.3mg/L以下および0.01mg/Lを適用した。

・pH（水素イオン濃度）

調査を行った4地点でA類型河川の基準（pH6.5

* 長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

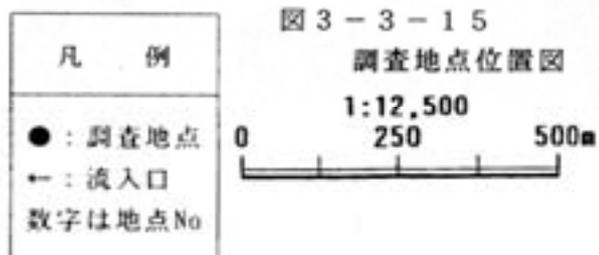
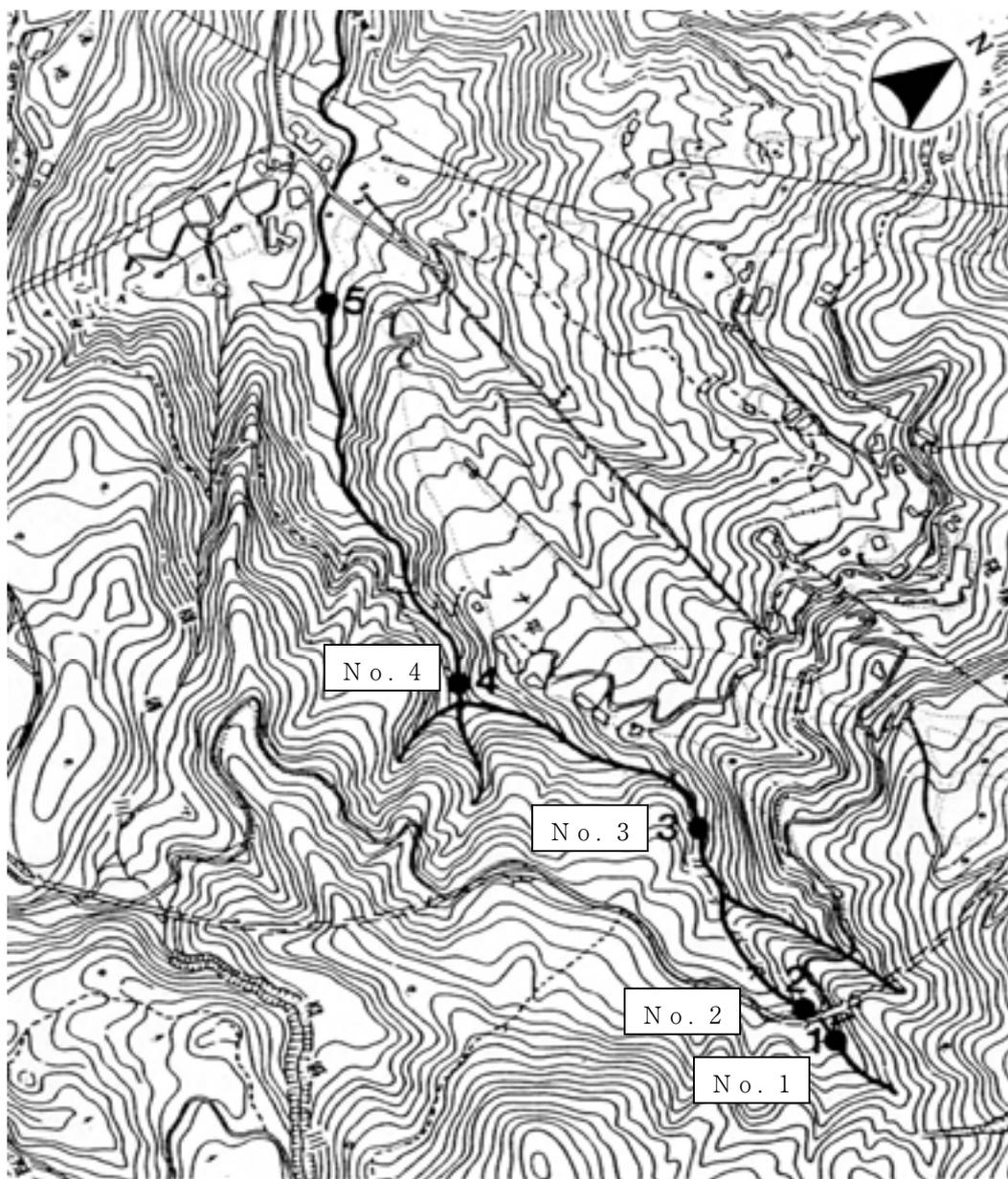


図1 調査地点位置図¹⁾ (No.1～ No.4が今回の調査地点, 1～ 5は1998年11月の調査地点)



トンネル排水



No.1地点



No.2地点



No.3地点



No.4地点

図2 各調査地点の状況写真

～8.5) を満たした。ただし、トンネル排水は pH6.4 と基準を下回っており、トンネル排水合流直下にある No.2 の pH 値もやや酸性に偏った。pH 値や流程に沿った変化傾向は1998年のモニタリングデータと極めて類似していた。

・電気伝導度

河川水に比べトンネル排水の電気伝導度は明らかに高かった。これはトンネル排水に金属類をはじめとする電解質が多く含まれたためと推察される。河川水の値は No.1 では低いが、トンネル排水合流後の地点で上昇し、その後下流に向かって微増した。

・Fe (鉄)

調査を行ったトンネル排水および No.2 で水道法の環境基準値 (0.3mg /L) を超過した。トンネル排水の鉄濃度は9.3mg /L と環境基準値よりもはるかに高く、流入直後の No.2 での基準値超過の直接の原因となったことがわかる。1998年の調査でもほぼ同様で、No.2 および No.3 で基準値を上回った。

No.2 の濃度については1998年に比べ1/10以下となっていたが、今回の調査時の河川流量は1998年の調査時よりも5.8倍程度多かったことを考慮すると、10年間でトンネル排水の水質が変わったというよりも、調査時の河川流量の差が鉄の濃度に影響したと考えるほうが妥当であろう。1998年の調査ではトンネル排水流入地点より上流の No.1 地点や、下流の No.3、No.4 でも微量～やや高い濃度の鉄が検出されている一方、今回の調査では No.1、No.3、No.4 ともに環境基準値より低い < 0.1mg /L となった。これも河川流量が多かったために希釈された結果と解釈できる。

・As (ヒ素)

河川の調査地点については、水道法および人の健康の保護に関する環境基準値 (0.01mg /L) を下回った。しかし、トンネル排水のヒ素は0.023mg /L と上記基準値よりも高い値が検出された。また、1998年の No.2 の調査では、0.006mg /L と今回の3倍程度の高い濃度となっていたが、この差についても上記と同様に、河川流量が多いために希釈効果が働いたものと考えられる。

3. 2 水生昆虫類

各調査地で実施したコドラート調査で確認された

表1 水質調査結果（実施日2008年9月5日）

項目	トンネル排水	No.1	No.2	No.3	No.4
水温（℃）	15.3	12.4	12.2	12.8	13.8
流量（L/s）	4.0	53.7	86.9	109.4	未測定
pH	6.41	7.18	6.97	7.19	7.25
EC（mS/m）	19.58	6.50	8.58	8.77	9.02
SO ₄ ²⁻ （mg/L）	66.3	12.3	21.5	21.8	21.2
Fe（mg/L）	9.3	<0.1	1.0	<0.1	<0.1
As（mg/L）	0.023	<0.002	0.002	<0.002	<0.002

参考）同地点における過去の水質調査結果（実施日1998年11月20日：出典¹⁾）

項目	トンネル排水	No.1	No.2	No.3	No.4
水温（℃）	データなし	2.0	10.0	4.0	3.0
流量（L/s）	データなし	0.4	15	28	45
pH	データなし	7.5	6.7	7.4	7.5
EC（mS/m）	データなし	データなし	データなし	データなし	データなし
Fe（mg/L）	データなし	0.04	4.3	0.61	0.23
As（mg/L）	データなし	<0.002	0.006	<0.002	<0.002

種および個体数は表2の通りである。

・調査地点 No.1

トンネル排水流入地点より約50m上流の位置で、高さ5mほどの堰堤の約10m下流にあたる（図2-b）。流水には濁りはなく、河床にも異常は認められなかった。確認された底生動物は14分類群で個体数についても3地点のうちもっとも多かった。カゲロウ目の個体数割合は45%、ユスリカ科個体数割合は15%であった。

・調査地点 No.2

トンネル排水の流入地点の約20m下流にあたる（図2-b）。河床はトンネル排水の影響を強く受けて赤褐色に変色していた。確認された底生動物は5分類群20個体であった。カゲロウ目の個体数割合は15%、ユスリカ科個体数割合は70%であった。

・調査地点 No.3

トンネル排水流入地点より480m下流にあたる、両側は切り立った深い谷となっており、河床勾配は急であった。河床はNo.2ほどではないがやや赤褐色を呈した。確認された底生動物は4分類群9個体であり、この値は調査した3地点でもっとも少なかった。

・調査地点 No.4

トンネル排水流入入口より1,000m下流の位置であ

る。河床には赤褐色の部分は認められず、水温、pH等にも異常は認められなかった。今回、底生動物の調査は実施しなかった。

4 考察

トンネル排水はpHが酸性に偏り電気伝導度が高かった。また、鉄やヒ素についても、依然として高い濃度が検出された。トンネル排水量は毎秒4L程度であるが、流入河川のカツパ沢もそれほど規模の大きい沢ではないために、流入地点付近では水質ならびに水生生物相へ相当の影響が現れていると考えられる。

たとえば、トンネル排水放流地点のNo.2は、直上に位置するNo.1に比べると、出現する水生昆虫の種数、個体数ともに極端に少なく、汚濁耐性の低いカゲロウ類が少ない一方で汚濁耐性の高いユスリカ類が優占した。この傾向は、10年前のトンネル開通直後とほとんど変わっておらず、少なくとも局所的にはトンネル排水が水生生物に影響を与え続けていると考えられる。1998年当時の調査は、晩秋の11月に実施され、トンネル排水の量や水質に関するデータがないものの、河川全体の流量が少ない時期であり（No.2の位置で約1/6）、トンネル排水の汚濁負荷は相対的に高かったと考えられる。

一方、この影響は放流地点より数百m下流地点では周辺からの流入水等により緩和されると考えられ、No.3より下流ではカゲロウ目の個体数割合は上昇し、ユスリカ類の優占度も低下した。これら流程

表2 水生動物確認種リストおよび個体数

目・英名	科・和名	種・属名	学名	No.1	No.2	No.3
ODONATA	ムカシトンボ科	ムカシトンボ	<i>Epiophlebia superstes</i>	1		
PLECOPTERA	アミメカワゲラ科	オオアミメカワゲラ	<i>Megarctys ochracea</i>	1		1
PLECOPTERA	オナシカワゲラ科	ユビオナシカワゲラ属	<i>Protonemura</i> sp.	1		
PLECOPTERA	ミドリカワゲラ科	ミドリカワゲラ科	<i>Chloroperlidae</i> sp.	3		
EPHEMEROPTERA	マダラカワゲラ科	トゲマダラカワゲラ属	<i>Drunella</i> sp.	1		1
EPHEMEROPTERA	トビイロカワゲラ科	トビイロカワゲラ属	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	1		
EPHEMEROPTERA	マダラカワゲラ科	オオマダラカワゲラウ	<i>Drunella basalis</i>	1		
EPHEMEROPTERA	コカゲラ科	コカゲラ属	<i>Baetis</i> sp.	11	3	4
TRICHOPTERA	ヒゲナガカワトビケラ科	ヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsyche marmorata</i>	1		
TRICHOPTERA	ナガレトビケラ科	ナガレトビケラ属	<i>Rhyacophila</i> sp.	3		
TRICHOPTERA	エダリトビケラ科	オンダケトビケラ属	<i>Pseudostenophylax</i> sp.	1		
DIPTERA	ユスリカ科	ユスリカ科	<i>Chironomidae</i> sp.	5	14	3
DIPTERA	ガガンボ科	ヒゲナガガガンボ属	<i>Hexatoma</i> sp.	2		
DIPTERA	チョウバエ科	チョウバエ科	<i>Psychodidae</i> sp.	1	1	
DIPTERA	ブユ科	アシマダラブユ属	<i>Simulium</i> sp.	1		
SERIATA	サンカクアタマウズムシ科	ナミウズムシ	<i>Dugesia japonica</i>		1	
COLEOPTERA	ヒメドロムシ科	ヒメドロムシ亜科	<i>Elmidae</i> sp.		1	
分類群数				14	5	4
個体数				33	20	9

に沿った回復傾向についても、1998年当時の調査とほぼ同様の結果と考えられる。

今回の底生動物調査では長野県レッドデータブック掲載種³⁾等の注目種は確認されなかったが、1998年の調査では長野県留意種のみネトワダカワゲラ (*Scopura montana*) が No.1, No.2地点で確認されている。また、水生昆虫類の上位捕食者のイワナが No.3付近で今回目視確認されており、ハコネサンショウウオも地点 No.4における1998年の調査で確認されている。今回の結果を見る限り、トンネル排水による生物影響として、流域レベルの広域影響は小さいと考えられる。しかし、局所に生息する水生生物種については無視できない影響が続いていることが明らかである。

このトンネルの近傍には発^{はっ}噴温泉があり、施工箇所の近くには強く熱水変質を受けた新第三系火山岩類のまとまった分布が知られている⁴⁾。事業者による環境影響評価書⁵⁾では、ルートが熱水変質を受けた火山岩層中を通過することや温泉源が近いことが指摘されており、既存の地すべりへの影響や水源や温泉への影響予測について記述されていた。しかし、トンネル掘削による新たな酸性地下水の湧出は全く想定されていなかった。本来このような熱水変質をとまなう火山岩地域をルートとする場合には、酸性地下水の湧出や掘削後の地盤の変状などを生じやすいため、可能な限り工事を避けるか、工事区間を短くする配慮とともに、そのような事態が起こった場合への対応を含めた検討をしておくことが望ましい。今後の工事や環境影響評価にあたって十分に留意すべきであろう。

謝辞

水質項目の測定・分析については、長野県環境保全研究所環境保全部の水・土壌班（樋口澄男専門研究員、曾根三千代研究員、小平由美子研究員）に依頼した。また、水生昆虫類の同定については、環境アセスメントセンターの市川哲生博士に助言をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

文献

- 1) 中野建設事務所 (1999) 平成10年度志賀高原オリンピック道路環境モニタリング調査報告書。長野県中野建設事務所。

- 2) 小室 信 (1969) 鉦山廃水が底生動物に与える影響。昆虫と自然 4(8): 15-16.
- 3) 長野県 (2004) 長野県版レッドデータブック動物編, 321pp.
- 4) 赤羽貞幸 (1976) 志賀高原周辺の地質。信州大学志賀自然教育施設研究業績第15号, 21-30.
- 5) 長野県 (1993) 一般国道292号及び(仮)奥志賀公園線道路改築事業に係わる環境影響評価書。791P.

2-5 白馬村オリンピック滑降競技会場付近のギフチョウ生息地の保全

須賀 丈*・尾関雅章*・浜田 崇**・岸元良輔*

白馬村に長野冬季オリンピックの滑降競技施設が造成された際、そのゴールエリア付近のギフチョウの生息地で、保全対策として食草ミヤマアオイの移植と林床の下層植生の刈り取りが行われた。そこでこの場所に処理の異なる3種類の調査区を設け、下層植生の刈り取りの有無やその頻度によってギフチョウの産卵にどのような効果があるかを11年間継続して調査した。その結果、ギフチョウによる産卵は毎年刈り取りをした区画でもっとも多くなり、刈り取りをしなかった区画でもっとも少なくなる傾向がみられた。4年に1回の刈り取りをした区画では、刈り取りの直後には産卵が多く、毎年刈り取りをした区画との産卵数の差がなかった。しかしその後放置して年数を経過すると毎年刈り取りをした区画との差が生じた。ギフチョウの産卵の有無にかかわる環境条件をロジスティック回帰モデルで分析した結果、食草の密度が高く、林縁に近く、開空度が大きいまたは低木の密度が小さい場所でギフチョウが産卵しやすくなる傾向のあることがわかった。これらのことから、下層植生の刈り取りは食草の多い場所にギフチョウがたどりつきやすいようなひらけた空間をつくりだすことによって産卵場所を多くする効果をもち、その効果を高く保つためには継続的な植生の管理を行うことが重要であると考えられる。

1 ギフチョウと白馬村 —調査地の経緯—

白馬村はギフチョウ(*Luehdorfia japonica*)とその近縁種であるヒメギフチョウ(*L. puziloi inexpecta*)の両種(いずれもアゲハチョウ科)が生息する場所として知られており^{1), 2)}、ともに村の天然記念物に指定されている。両種はいずれも落葉広葉樹林やその林縁付近を主な生息場所とするものの、広域的には地理的なすみ分けがみられる。ギフチョウは東北地方の日本海側から中国地方にかけて西日本を中心に広く分布する本州の固有種である。それに対しヒメギフチョウは中部地方以北の本州と北海道・朝鮮半島・中国東北部・ロシア南東部に分布する。長野県にはその分布の境界があり、白馬村・小谷村の一带と飯山市の周辺は両種の混生地がある点で特徴的である。ギフチョウとヒメギフチョウはそれぞれ、国のレッドデータブック³⁾で絶滅危惧Ⅱ類と準絶滅危惧、長野県のレッドデータブック⁴⁾で準絶滅危惧と留意種にランクされている。いずれにおいてもギフチョウの方が絶滅の危険度が高いとみなされている。長野冬季オリンピックの環境対策では、このギフチョウの生息地の保全が課題となった。

ギフチョウは春先の落葉広葉樹林で、その明るい林床や林縁に育つカンアオイ類に平均10個ほどの卵

をかたまり(卵塊)で産み、孵化した幼虫がその葉を食べて成長する。20世紀半ばのエネルギー革命以後、人里の生活様式が大きく変わり、雑木林が利用されなくなるのにもなって林床植物が生い茂るようになったことが、開発による生息地自体の破壊や採集者による乱獲とならんで本種の衰退の要因にあげられている^{3), 4)}。つまり伝統的な生活のなかでの里山の利用がギフチョウにとって好適な環境をつくりだすことに役立ってきたと考えられており^{5), 6)}、そのような環境を保つための刈り取りなどの植生管理を行うことが生息地を維持する上で重要とされている。しかしその効果についての実証的なデータは乏しい。

長野冬季オリンピックのアルペン滑降競技会場とジャンプ台が白馬村に造成された際、ギフチョウの生息地が影響を受けることが明らかとなり、ギフチョウの食草であるミヤマアオイ(*Asarum fauriei* var. *nakaianum*)の移植などの対策が行われた。1990年にはジャンプ台の建設予定地から近隣の場所に約2000株のミヤマアオイが移植された。アルペン競技会場では1995年、ゴールエリアの造成地区から隣接する残置森林にミヤマアオイ約4300株が他の数種類の植物とともに移植された⁸⁾。これら移植された植物の活着状況やギフチョウの産卵状況のモニタリングが、事業者によって数年間行われた⁷⁾、

* 長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

** 長野県環境保全研究所循環型社会部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

8), 9), 10). なお, これらの場所は混生地ではなく, ヒメギフチョウの保護対策が問題となることはなかった.

この事業者によるモニタリングの過程で, 森林内の下層植生の繁茂がギフチョウの産卵をさまたげている可能性が指摘された⁸⁾. そこでこの指摘を受けて, 長野オリンピック冬季競技大会組織委員会 (N A O C), 白馬村, 長野県などの関係者により, 下層植生の刈り取りが行われた⁹⁾. この刈り取りの効果を検証するため, われわれは事業者によるモニタリングが行われていたアルペン滑降競技会場ゴールエリアの残置森林内に調査区を設定した.

調査区内には, 1回だけ刈り取りをしてその後放置する区画, 毎年刈り取りをする区画, 何もせずに放置する区画の3種類の区画を設けた. これらの区画の設定は1997年秋に実施された上記の刈り取りの際に行い, その後3年間ギフチョウによる産卵の状況などの経過を調査して, 結果を2001年に報告書にまとめた¹¹⁾. ここではギフチョウによる産卵が3年目に大きく増えたこと, とくに毎年刈り取りを行った区画に産卵が集中する傾向がみられたことなどを示した.

この調査はその後も継続して行い, 最初に刈り取りをして放置した区画については4年おきにあらためて刈り取りをして経過をみることにした. また2005年と2006年には, ギフチョウがどのように産卵場所を選択しているかについて, 食草・植生・光環境・地形などの面から詳細な調査を行い, 結果を2007年に報告した¹²⁾. 本報告ではこの調査区における2008年までの計11年間の調査結果をとりまとめ, ギフチョウの産卵場所選択に関する2007年の報告¹²⁾の概要とあわせて, 森林内の下層植生の刈り取りがギフチョウ生息地の保全にとってどのような意味をもつのかを示したい.

2 調査地と方法

調査地は, 白馬村のスキー場下部 (標高約800m) に島状に残る落葉広葉樹林 (二次林) である. 高木層にはミズナラが優占し, ホオノキ・アカマツ・クロベなどが混生する. 林床には低木のほかギフチョウの食草であるミヤマアオイ, 吸密植物となるカタクリなどの草本がみられ, 一部の区域ではクマイザサが優占する. 周囲はスキー場の造成のため伐採されている. 南側に隣接する区域は調査地と連続する

森林であったが, 伐採されオリンピック競技会場として利用された後, 樹木の植栽が行われた.

この調査地に30m×180mの調査区を, 長辺が調査地の林縁に位置するよう設定した¹¹⁾. そしてこの調査区内をさらに30m×20mの処理区 (9区) に分割し, 刈り取りの頻度の異なる2種類の処理区と刈り取りをしない対照区とに振り分けた. すなわち,

- 1: 4年おきに刈り取りをする区 (4年区)
- 2: 毎年刈り取りをする区 (毎年区)
- 3: 刈り取りをしないで放置する区 (対照区)

の3種類の処理区に分け, 各処理区を隣接させて3反復配置した (図1). 刈り取りは, 最初1997年秋に4年区と毎年区で行った後, 翌年以降晩秋または春のギフチョウの産卵がはじまる前の時期に実施した. 4年区では2001年秋と2006年春に刈り取りを行った. つまり1998年・2002年・2006年のギフチョウの産卵期に, 林床の下層植生が刈り取られた状態になるように4年区の処理を行った.

各処理区のギフチョウの産卵数, 食草の密度およびこれらと光環境などとの関係を調べるため, 9つの処理区内をさらに5m×5mの小区画 (処理区あたり24区画, 計216区画) に分割した. そしてすべての小区画についてギフチョウの卵塊数・総産卵数,

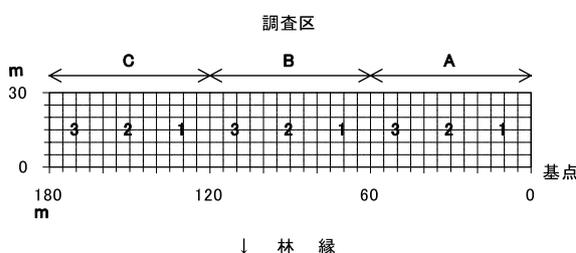


図1 調査区内の処理区の配置. 1: 毎年区, 2: 4年区, 3: 対照区. A, B, Cは相互に同一の処理の反復を示す.

ミヤマアオイの葉の数を毎年記録した. この調査は1998年から2008年にかけての毎年, ギフチョウの産卵期の終わりに近い時期にあたる5月下旬から6月初旬に実施した.

またギフチョウによる産卵環境選択の実態をより詳細に把握するため, 長辺180mの調査区の中央部分に位置する3つの処理区 (3種類1反復: 図1のB) で, 小区画ごと (処理区あたり24区画, 計72区画) の光環境・植生環境・地形環境を2005年と2006年に測定した¹²⁾. 光環境には全天に占める空域の面

積比を示す開空度を用い、地上50cmの高さで撮影した全天空写真の画像から値を算出した。撮影はギフチョウの産卵の調査と同時期に行った。植生環境については、胸高直径1cm以上の樹木の毎木調査を行い、樹高5m未満の低木の密度、および樹高5m以上の上層木（亜高木・高木）の密度を小区画ごとにまとめた。地形環境としては、測量結果から各小区画の中心点の比高（m）を推定し、そこから起伏量を求めた。起伏量は、各小区画と四方に接する小区画の比高の最大値と最小値の差とした。

これらの調査結果から、下層植生の刈り取りの仕方によってギフチョウの産卵数や食草の密度がどう変わるのか、またギフチョウの産卵環境選択に対して食草の密度や光環境・植生環境・地形環境などがどうかかわるのかを検討した。産卵環境選択については、ロジスティック回帰分析により産卵に影響する環境条件を調べた¹²⁾。この分析では各小区画内のギフチョウによる産卵の有無（1または0の値をとる）を目的変数とし、その小区画の食草の葉の数・林縁からの距離・上層木の数・低木の数・開空度・起伏量を説明変数として回帰モデルを構築し、ステップワイズ法により赤池の情報量基準(AIC)が最小となるモデルを選択した。統計解析にはR-2.4.0 for Windows¹³⁾を用いた。

3 結果

ギフチョウの産卵数（卵数・卵塊数）は、毎年区でもっとも多く、対照区でもっとも少なくなる傾向がみられた（図2、図3）。モニタリングを開始した当初は処理区のあいだにあまり差がなかったが、3年目の2000年から差が生じ、産卵数が毎年区>4年区>対照区の順となる傾向がみられた。つまり刈り取りの頻度が高い場所ほどギフチョウの産卵密度が高くなる傾向がみられた。4年区では、刈り取りをした直後の2002年と2006年に産卵数が毎年区とほぼ同じ水準を示し、その後、年を追うとともに再び毎年区との差がひらいた。一方、食草の葉の数は、その変化が産卵数のように植生の処理の仕方によるちがいとして現われなかった（図4）。

産卵された小区画とされなかった小区画の環境条件を2005年と2006年のデータで比較すると¹²⁾、食草の密度(小区画あたりの葉の数)は両年とも産卵された区画の方が多かった($p < 0.001$, Wilcoxon 検定)。開空度は展葉の比較的進んでいた2005年に差がみと

められず、展葉がそれほど進んでいなかった2006年には産卵された区画で多かった($p < 0.05$, Wilcoxon 検定)。低木の密度は両年とも産卵された区画で低く ($p < 0.05$, Wilcoxon 検定)、上層木の密度と地形環境(起伏量)には差がみとめられなかった。

ギフチョウの産卵の有無に対する小区画の環境条件(食草の密度・林縁からの距離・上層木の密度・低木の密度・開空度・起伏量)の効果についてロジスティック回帰モデルを作成し、AICによる変数選択を行った結果、2005年は食草の密度・林縁から

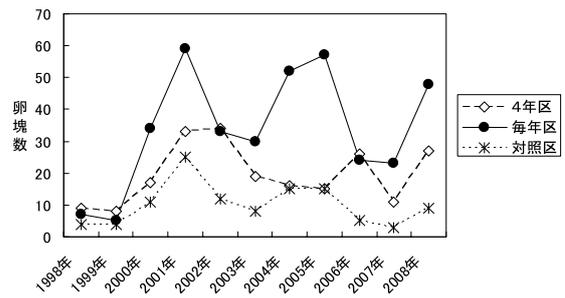


図2 ギフチョウの卵塊数の処理区による各年におけるちがい（4年区では1998年，2002年，2006年の産卵期の前に刈り取りを行った）。

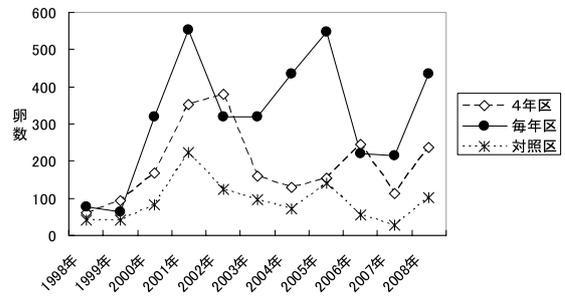


図3 ギフチョウの総卵数の処理区による各年におけるちがい（4年区では1998年，2002年，2006年の産卵期の前に刈り取りを行った）。

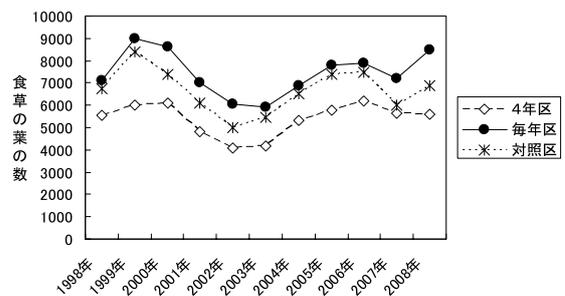


図4 ミヤマアオイの葉の数の処理区による各年におけるちがい。

表1 ロジスティック回帰分析でAICを用いて選択された最終モデル¹²⁾より.

変数	2005年				2006年			
	偏回帰係数	標準誤差	p	オッズ比	偏回帰係数	標準誤差	p	オッズ比
定数(切片)	-0.50	0.945	0.596	0.61	-33.09	11.270	0.003**	0.00
林縁からの距離	-0.15	0.059	0.013*	0.86	-0.14	0.071	0.053	0.87
食草の密度	2.15	0.074	0.002**	8.55	3.07	1.061	0.004**	21.57
低木の密度	-0.48	0.247	0.054	0.62				
開空度					1.21	0.431	0.005**	3.35

食草の密度の増分は、葉の数100枚とした。*：p<0.05，**：p<0.01.

の距離・低木の密度、2006年は食草の密度・林縁からの距離・開空度がそれぞれ説明変数として選択された(表1)。すなわちギフチョウの産卵する確率が、2005年には食草の密度が高く(p<0.01)、林縁に近く(p<0.05)、低木の密度が低い場所が高く、2006年には食草の密度が高く(p<0.01)、林縁に近く、開空度が高い(p<0.01)場所ですれぞれ高くなったことが示された。

なお、変数選択で得られたロジスティック回帰モデルに実際のデータをあてはめ、産卵確率が0.5より大きい場合に産卵あり、産卵確率が0.5以下の場合に産卵なしとしてモデルの予測率をみると、2005年のモデルでは実際に産卵された場所の50%、2006年のモデルでは実際に産卵された場所の62%が正しく予測された¹²⁾。

4 考察

刈り取り実験をともなう11年間のモニタリングの結果、ギフチョウの産卵数は刈り取りの頻度の高い処理区ほど多くなり、4年区では刈り取り後の年数が経過すると毎年区との差が大きくなるという傾向がほぼ一貫してみられた(図2、図3)。一方、食草の葉の数にはそのような傾向がみられなかった(図4)。また産卵された小区画とされなかった小区画の環境条件を比較すると、産卵された小区画の方が食草の密度が高く、低木の密度が低かった。さらにロジスティック回帰分析の結果、ギフチョウが産卵する確率は、食草の密度が高く、林縁に近く、低木の密度が低いまたは開空度が高い小区画で大きくなることがわかった(表1)。

これらのことから、下層植生の刈り取りは、林内の地上付近の空間を広げ食草の多い場所にギフチョウがたどりつきやすくすることによって産卵を促進

する効果をもたらすと考えられる。ギフチョウのメスは地上30cm付近の高さを飛び、食草や他の植物に着地して前脚でさわることを繰り返し、食草への着地が多くなった場所で産卵をはじめるとされる¹⁴⁾。刈り取りを行うとギフチョウがこの高さを飛びやすくなり、食草以外の植物への着地の頻度が小さくなるため、産卵がおこりやすくなると考えられる。林縁の近くでこの効果が大きいのは、林縁に形成されるマント群落が刈り取りで除去され、空間が大きく広げられて食草の多い場所にアクセスしやすくなるためであろう。

ギフチョウではこのような実証的なデータが乏しいが、近縁種のヒメギフチョウでは、群馬県の赤城山麓で15年にわたり発生推移を調査した際、下草の除去による環境変化が産卵数の増加をもたらしたとする報告がある¹⁵⁾。この場合にも、同じような機構がはたらいっているのかもしれない。

しかしこの刈り取りによる産卵促進の効果は、刈り取りの直後に大きく、その後刈り取りを中断して放置すると毎年刈り取りをした場合との差が大きくなる傾向がみられた(図2、図3)。したがってこの効果を高く保つためには、年1回程度の高い頻度で刈り取りをくりかえすことが必要である。おそらく刈敷などの伝統的な里山利用が行われていた時代には、利用の結果として、そのような状況が自然にくりだされていた場合が多かったであろう。

調査地で産卵したギフチョウがここに孤立した状態で発生をくりかえしている個体群のものか、それとも周囲の生息地から移入したものを含んでいるのかは不明である。しかし個体識別法による調査の結果によると、ギフチョウの成虫では1kmを越える移動もしばしばみられるという¹⁶⁾。今回の調査地の周辺にはほかにもギフチョウの生息地がある。そのため、それらの場所から移入した成虫が産卵に加わっ

ている可能性があり、また逆にこの調査地で羽化した成虫が周辺に移出している可能性もある。したがって今回の結果は、そうした移出入のありうる状況で刈り取りが産卵密度にもたらす効果を示していると考えるのが望ましい。この結果を孤立した個体群を永続させるための管理の手法などに応用するためには、過密化による食草の食いつくしの危険性など、他の要因をあわせて考慮する注意が必要である。

この調査では、毎年1回5月下旬から6月上旬のほぼ決まった時期にギフチョウの卵やミヤマアオイの葉の数のカウントを行った。しかし気象条件などにより年によって産卵活動の期間がずれる可能性もあるため、厳密にはこれらのデータが産卵数の年次変動を正確に表しているとはいえない。しかしこの白馬村の調査地では、この時期にはそれまでの時期に産まれた卵塊がまとまってみられ、早く産まれた卵塊が孵化している場合でも葉裏に密集した一齢幼虫の段階にとどまっていることがほとんどであった。したがってこれは、かなり簡便に全体の傾向をつかむことのできる方法であり、またその年の各処理区のあいだでのちがいをみる上ではこの方法で十分である。このようなデータがあれば、予想しない事態が生じたときにも生息地の管理の仕方を調節しやすいであろう。

5 おわりに

ギフチョウ・ヒメギフチョウの保護活動は全国各地で行われており、生息地の植生の刈り取りなどの作業をとまなうものもそのなかには少なくない。今回の調査の方法や結果が、それらの活動とともに、白馬村でも今後そのような活動の展開の一助となればさいわいである。

謝辞

調査にご協力いただいた浅香公夫さん、石田弘行さん、金井清子さん、金井光志さん、小山秀代さん、山田宙子さん、吉田節子さん、渡辺禎子さん、長沢武さん、宮崎ますみさん、吉沢敏江さん、白馬村役場、長野オリンピック冬季競技大会組織委員会（N A O C）、長野県姫川工事事務所、長野県北安曇地方事務所、長野県庁のみなさんに深く感謝いたします。

文献

- 1) 原 聖樹 (1984) 「ギフチョウと姫川谷」. 築地書館, 東京. 200pp.
- 2) 渡辺康之 (編著) (1996) 「ギフチョウ」. 北海道大学図書刊行会, 札幌. 270pp.
- 3) 環境省 (2006) 「改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物—レッドデータブック— 5 昆虫類」. 財団法人 自然環境研究センター, 東京. 246pp.
- 4) 長野県 (2004) 「長野県版レッドデータブック—長野県の絶滅のおそれのある野生生物—動物編」 321pp.
- 5) 守山 弘 (1988) 「自然を守るとはどういうことか」. 農山漁村文化協会, 東京. 260pp.
- 6) 石井 実 (1987) 里山の生態学. 「里山の自然をまもる」(石井実・植田邦彦・重松敏則著), pp. 25-67. 築地書館, 東京.
- 7) 白馬村 (1999) 「アルペン滑降競技会場地整備事業に係るモニタリング状況報告書 (1998年度分)」
- 8) 白馬村 (1997) 「アルペン滑降競技会場地整備事業に係るモニタリング状況報告書 (1996年度分)」
- 9) 白馬村 (1998) 「アルペン滑降競技会場地整備事業に係るモニタリング状況報告書 (1997年度分)」
- 10) 白馬村・アルプ自然研究所 (1999) 「アルペン滑降競技会場地に係る環境アセスモニタリング状況報告書 (平成11年度)」
- 11) 須賀 丈・尾関雅章・浜田 崇・岸元良輔 (2001) 白馬村におけるギフチョウ生息地の保全：下層植生の刈り取りによる産卵密度への効果. 長野県自然保護研究所紀要 4, 別冊3：29-43.
- 12) 尾関雅章・須賀 丈・浜田 崇・岸元良輔 (2007) ギフチョウ (*Luehdorfia japonica*) の産卵環境選択. 長野県環境保全研究所研究報告 3：21-25.
- 13) R.Development Core Team (2006) R : A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-070, URL <http://www.R-project.org>.
- 14) 椿 宜高 (2000) ギフチョウは卵塊サイズを調節するか. 「蝶の自然史—行動と生態の進化

学」(大崎直太編著), pp. 61-75. 北海道大学
図書刊行会, 札幌.

- 15) 松村行栄 (2002) 赤城山におけるヒメギフチョウの発生推移. 蝶と蛾 (Trans. Lepid. Soc. Japan), 53 : 45-54.
- 16) Matsumoto, K. (1984) Population dynamics of *Luehdorfia japonica* Leech (Lepidoptera : Papilionidae). I. A preliminary study on the adult population. Res.Popul.Ecol., 26 : 1-12.

2-6 志賀高原のエコロード施設における野生動物の利用状況の変遷

前河正昭*

1998年から2007年までの長野県山之内町志賀高原国道292号線に設置されたエコロード施設における野生動物の利用状況の変化について既往の報告書のデータを用いて分析した。自然保護研究所による1998年～2000年の調査では、エコロードを利用したほ乳類（コウモリ類の1種を含む）は9種であり、大型ほ乳類の利用は皆無であった。しかし、2002年以降の中野建設事務所の調査では、大型ほ乳類のツキノワグマ、ニホンカモシカを含め、新たに11種の利用が確認され、時間の経過とともにエコロードの存在を認知し利用するほ乳類の種数が増えることが示唆された。しかし2002年から2007年までのエコロード1地点あたりの平均利用頻度は0.3～3.7（回/30日）であり、共用後10年を経ても利用頻度が決して高いとはいえなかった。ノネコは2002年までエコロードの主要な利用者であったにもかかわらず、2003年以降現在まで利用が確認されなくなった。

キーワード：エコロード、利用頻度

1 はじめに

志賀高原では、長野冬季オリンピックの関連事業としてエコロード施設（本報では車道に付帯した野生動物のための移動経路と定義する）が6箇所施工され1997年から供用されている。前河（2001）は、1998年から2000年までの期間について、このうちの

3箇所のエコロード施設について、自動撮影によりほ乳類の移動実態をモニタリングした¹⁾。その後2001年度の1年間の空白を経て、中野建設事務所により、2002年から2007年まで同様のモニタリングが継続されている^{2)～7)}。

本報では、これらの既往のデータを用いて過去10年間のほ乳類によるエコロードの利用実態とその変遷について整理する。

表1 エコロードを利用した野生動物の年次変化

種名/調査年度	1998-2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
アナグマ		○	○		○	○	○
イタチ	○		○	○			○
イタチ科の一種					○	○	
オコジョ		○			○		
カワネズミ					○		
キツネ	○		○	○	○		
コウモリ目の一種	○		○	○	○	○	○
タヌキ	○	○	○	○	○	○	○
ツキノワグマ			○				
テン	○		○	○	○	○	○
トガリネズミ科の一種							○
ニホンカモシカ		○	○	○	○	○	○
ニホンザル	○		○	○	○	○	○
ニホンリス			○		○	○	
ネズミ科の一種	○	○	○	○	○	○	○
ノウサギ	○		○		○	○	○
ノネコ	○	○					
ハクビシン			○	○	○	○	○
ヒミズ					○	○	○
モグラ科の一種					○	○	
出現種数	9	6	13	9	16	13	12

* 長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

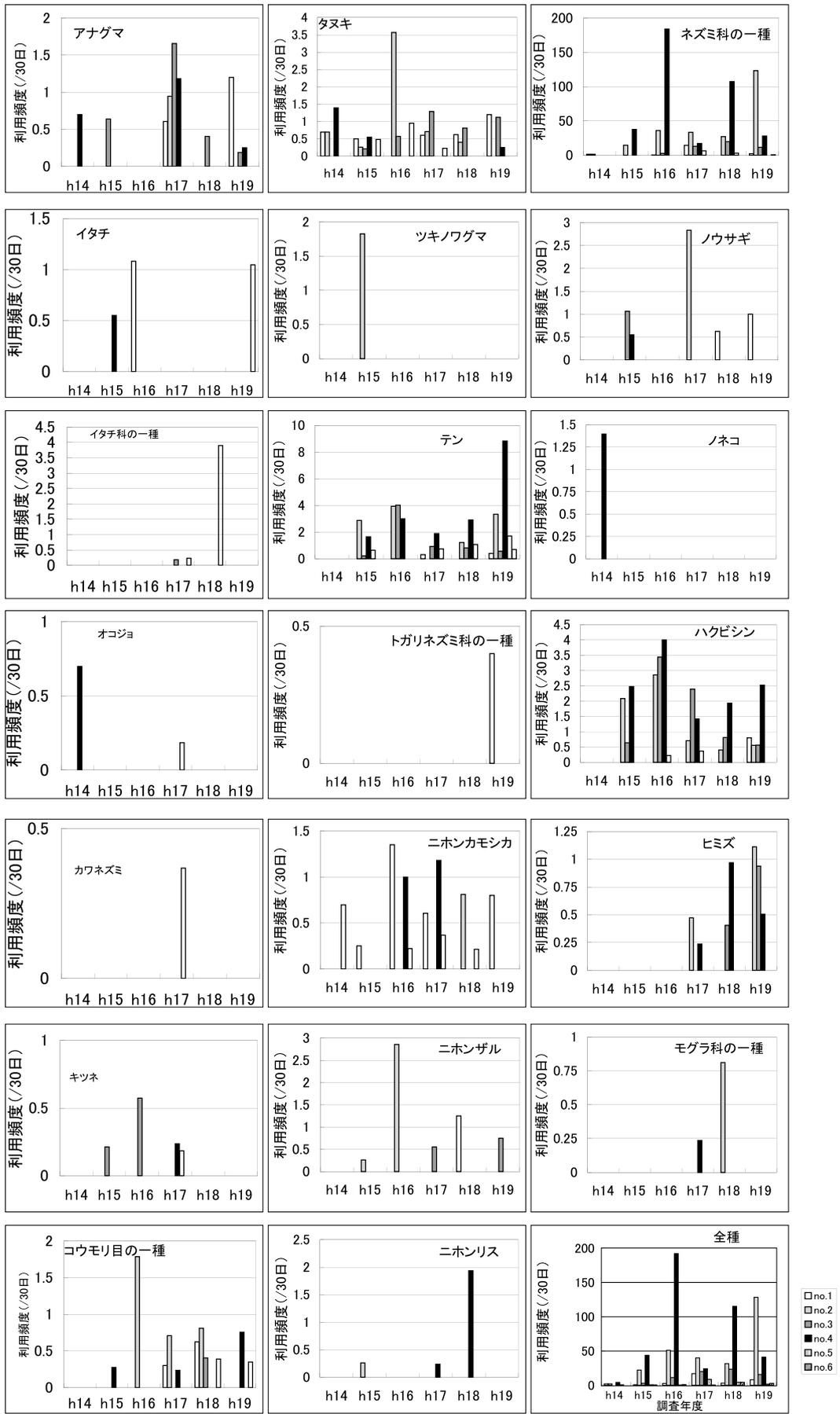


図1 2002年 (h14) から2007年 (h19) までの出現種毎のエコロードの利用頻度 (回/30日)

2 結果・考察

エコロードを利用した野生動物（コウモリ目を含むほ乳類）は、種を特定できていないものも含めると計20種となった。

前河（2001）でエコロードの利用が確認されたのは、イタチ、テン、キツネ、タヌキ、ニホンザル、ノウサギ、ノネコ、ネズミ科の一種、コウモリ目の一種の計9種であったが、2002年以降の調査では、さらにアナグマ、オコジョ、カワネズミ、ツキノワグマ、ニホンカモシカ、ニホンリス、ハクビシン、ヒミズ、イタチ科の一種、トガリネズミ科の1種、モグラ科の1種が確認されている。

ハクビシンは2003年から毎年出現していた。本種は外来種であるかどうか判然としない種ではあるが、2002年以前には志賀高原に分布していなかったものが、2003年以降、分布を拡げている可能性がある。

ノネコは2002年までエコロードの主要な利用者であったにもかかわらず、2003年以降はまったく利用しなくなっている。このように途中からエコロードを利用しなくなった種はノネコのみであった。

2002年から2007年までの、各出現種毎の利用頻度を図1に示す。

複数のエコロードをほぼ毎年利用している種は、タヌキ、ハクビシン、テン、ノウサギであった。ネズミ科の一種は、複数の種類のネズミが含まれている可能性があるものの、エコロードを最も頻繁に利用するほ乳類であるといえる。

大型ほ乳類の中でニホンカモシカは毎年いずれかのエコロードを利用していたが、ツキノワグマに関しては2003年にNo.2のエコロードで一度だけ利用されただけでそれ以外の年での利用は皆無であった。ニホンリス、オコジョの利用頻度も極めて少なく、ツキノワグマと同様に、どちらかといえば偶発

的な利用と考えられる。

6箇所のエコロード1地点あたりの平均出現種数と平均利用頻度（30日あたり）の年次変動を表2に示す。

エコロード1地点あたりの平均利用頻度は、0.3～3.7回（/30日）、平均出現種数は1.3種～6.5種であった。最も利用頻度が多かった2007年でもエコロード1地点あたりなんらかのほ乳類が1ヶ月に平均3.7回利用していたということである。これらのエコロードが野生動物の移動経路として施工されていることを考えれば、そのわりには利用頻度は決して多いとはいえなかった。

おわりに

エコロード施設は通常であれば、交通量が多く、複数の車線があり道幅が広い、高速道路などで設置されるものである。また、志賀高原のような、片道1車線ずつの山岳地帯の車道であれば、必ずしも野生動物の横断、移動を著しく妨げているとは限らないという見方もあるだろう。本調査地で、野生動物のエコロードの利用頻度が概して低い理由の一つには、野生動物が安全な横断場所を各自で判断し、エコロードを利用せずに道路を横断することができる道路環境にあるということが考えられる。

このような山岳道路では、エコロード施設をたとえ無数に施工したとしても、ロードキル（野生動物の交通事故）の件数^{注)}を減らすことは困難であろう。前河（2001）では、道路を横断しに来た野生動物をエコロードに誘導するための付帯施設の整備が提言されていたが、この志賀高原において、これらが具体化することは今までなかった。

依然として続くロードキルをなくすためには、利用頻度の違いをもたらす要因について分析し、施設の構造等の改善を図ることや、自動車の速度制限や、動物の横断に注意を喚起するための看板の増設なども検討する必要があると考える。

表2 エコロード1地点あたりの平均出現種数と平均利用頻度（30日あたり）の年次変動

年度	総出現種数	1地点あたりの平均出現種数	のべ利用回数	のべ撮影日数	6地点ののべ利用頻度（/30日）	1地点あたりの平均利用頻度（/30日）
2002	6	1.3	13	219	1.8	0.3
2003	13	4.0	265	687	11.6	1.9
2004	9	3.5	408	580	21.1	3.5
2005	16	6.5	485	809	18.0	3.0
2006	13	4.7	291	444	19.7	3.3
2007	12	5.2	535	727	22.1	3.7
平均値	11.5	4.2	332.8	577.7	15.7	2.6

注)：ロードキルの件数としては、1999年～2007年までの間に15件が報告されている⁷⁾。

文献

- 1) 前河正昭（2001）志賀高原のエコロード対策工における設置効果モニタリング。長野県自然保

護研究所紀要 4 別冊3：45-53.

- 2) 長野県中野建設事務所（2003）一般国道292号
および奥志賀公園線道路改築事業の完了後の調
査報告書
- 3) 長野県中野建設事務所（2004）平成15年度志賀
ルート環境影響評価に係るモニタリング調査業
務報告書
- 4) 長野県中野建設事務所（2005）平成16年度県単
調査（道路改良）事業に伴う調査業務委託（一）
奥志賀公園線 山ノ内町上林～一ノ瀬 報告書
- 5) 長野県中野建設事務所（2006）平成17年度県単
調査（道路改良）事業に伴う調査業務委託（一）
奥志賀公園線 山ノ内町上林～一ノ瀬 報告書
- 6) 長野県中野建設事務所（2007）平成18年度一般
国道292号及び（仮）奥志賀公園線道路改築事
業モニタリング調査（供用9年目）報告書
- 7) 長野県中野建設事務所（2008）平成19年度県単
調査（道路改良）事業に伴う調査業務委託（一）
奥志賀公園線 山ノ内町上林～一ノ瀬 報告書

2-7 長野冬季オリンピックから10年後の主な屋外施設の現状

富樫 均*

長野冬季オリンピックに関連して整備された屋外施設について、開催から10年後の現状について調査した。その結果、新設された競技会場では、維持管理と後利用に苦慮している施設が多かった。その理由として、国内競技人口の少なさや、五輪競技用に設計されたコースが一般利用に不向きであることなどがあげられた。今後のオリンピックにおける既存施設の利用は、環境保全や省資源のためのみならず、大会後の施設の有効な後利用をすすめるためにも重要である。会場間を結んだアクセス道路には、地域の主要な生活道路となっているものや、林道等が含まれる。アクセス道路の整備によって、急激な宅地開発を促進した例があり、自然改変の規模も大きかったことから、早い計画段階における総合的な環境配慮の必要性を指摘した。

キーワード：長野冬季オリンピック、施設整備、10年後、後利用、課題

1 はじめに

長野冬季オリンピック競技大会（以下長野大会）において、自然環境の改変と自然保護との関連が注目された主な施設について、管理者への聞き取りと現地調査を行った。屋外競技会場とアクセス道路というタイプの異なる施設に分け、五輪開催後10年という時間経過を含めて、各施設共通の課題と個別の課題について現状をまとめた。

2 調査対象と調査方法

調査対象とした12の施設を表1に示す。施設の選定は、富樫（2001）¹⁾と同様に、各施設の「施工内容」と「大会時の機能」と「施工時期」を考慮し、絞り込みを行った。具体的には、新しく整備された施設で、山林開発をとめない、自然環境への影響が注目された屋外施設を対象とした。さらに、オリンピックの開催・運営に際して不可欠な役割を果たし、「オリンピック招致決定（1991年6月）以後に工事がなされた施設」を対象を絞り込んだ。高速道路と新幹線は、対象から除外した。表1には、対象とした施設とその施工規模を示す。自然環境改変の規模として、「改変面積」と「伐採立木本数」に着目すると、1施設としてはクロスカントリー会場がもっとも規模が大きく、平均移動土量に着目すると白馬ルート、

浅川ルート、志賀ルートのアクセス道路の規模が大きかった。これらの結果は、長野大会において総量としてみれば、競技会場の建設よりもむしろアクセス道路建設にともなう自然環境への影響が大きかったことがわかる²⁾。

調査にあたって、各施設の現在の管理主体に照会し、長野大会後の経緯や現状等に関する複数項目についてヒアリング調査を行い、現地で確認調査を行った。調査期間は2008年4月から2009年3月までとしたが、場所や施設によってはそれ以前に収集したデータを含めて整理した。

3 調査結果

表2に各施設の現状と課題等に関するデータを整理した。表には環境アセスメントや追跡調査（モニタリング）の実施状況についても併せて示した。全体的に、競技会場では環境アセスメントやモニタリングが行われた例が多いが、アクセス道路については、環境アセスメントが行われた例は少ない。モニタリングは、環境アセスメントを実施した施設であっても概ね供用後3年で終えており、例外的に志賀ルートの道路において20年後までのモニタリングが予定されている。ただし、志賀ルートにおいて今後モニタリング調査が予定されている項目は、法面緑化回復状況とロードキルデータの整理、緑化移植木の状況、そして交通騒音に限られる。貴重種や注

* 長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

表1 調査対象施設一覧

タイプ	施設名 (五輪開催時)		所在地	自然改変の規模※				備考
				敷地面積 (㎡)	改変面積 (㎡)	平均移動土量 (㎡)	伐採立木本数 (本)	
競技会場	①	ジャンプ	白馬村	119,708	55,837	250,000	5,500	五輪招致決定前に着工
	②	ボブスレー・リュージュ	長野市	176,000	83,000	114,000	5,200	
	③	クロスカントリー	白馬村	386,000	325,856	273,812	48,000	
	④	バイアスロン	野沢温泉村	236,000	144,000	137,100	9,413	白馬村から会場変更
	⑤	アルペン滑降(ゴール)	白馬村	250,000	59,000	76,023	3,700	五輪開催後に河道復元工事を施工
アクセス道路	⑥	白馬ルート	長野市～白馬村	527,838	480,838	494,803	19,428	
	⑦	浅川ルート	長野市	96,000	83,800	560,600	8,239	(長野～飯綱ルート)
	⑧	志賀ルート	山ノ内町	179,815	179,815	394,960	10,098	国道292号・奥志賀公園線
	⑨	林道咲花線	白馬村	17,288	16,410	27,118	1,623	村に移管
	⑩	農道1号線	白馬村	17,300	17,300	64,474	3,286	村に移管
	⑪	バイアスロン(アクセス道路)	野沢温泉村	15,996	2,088	20,050	657	
	⑫	林道焼額線	山ノ内町	23,000	23,000	44,620	3,894	町に移管

※：改変規模の数値は富樫(2001)²⁾による

目種の移植植物の生育状況の確認については、アクセス実施時には供用後20年後までのモニタリングが予定されていた。しかし、その後モニタリング計画が変更され、供用から1年後の定着成否確認までしか行われていない。

4 各施設の現状と課題

4.1 主な屋外競技会場

新設の競技会場では、ほぼすべての施設において年間の支出に対する収入がマイナスで、所有する自治体にとって施設の維持管理が財政的な負担となっていた。その理由として、極端に国内の競技人口が

少ない競技(ボブスレー・リュージュ競技やバイアスロン競技)があったことや、五輪競技用に設計されたコースでは、コースの距離や勾配の面で一般の人が利用しにくい(クロスカントリー・バイアスロン)という理由があげられた。

バイアスロン競技会場では、オリンピック開催後にこの会場を使った同種の競技が一度も開催されていない。これには日本国内の「銃刀法」に関わる制約が大きく、そのため今後も開催される見通しは立っていない。この状況にたいし、オリンピック競技場を「文化遺産」と考え、五輪後にワールドカップ大会などの開催に活用するヨーロッパ諸国から、日本は近代五種・バイアスロン競技を軽視しているとして非難されている³⁾。

表2 オリンピック関連屋外施設の10年後の状況

関連施設名	五輪開催時の用途	竣工	環境アセスメントの実施※	モニタリング実施(供用後実施年数)	現在の利用		所有者	管理者	課題	今後の課題	その他・備考
					冬利用	夏利用					
ジャンプ台	ジャンプ競技	1992.11	×	△	冬利用: ジャンプ大会・練習 夏利用: 見学・ジャンプ大会・練習	県	白馬村 (指定管理)	収支赤字・見学者減	大会スポンサー確保・施設の改修・見学者増	JOCスキークラウド指定 (2007年～)	
スバイラル	ボブスレー・リュージュ競技	1996.3	△	×	冬利用: ワールドカップ等の大会・練習 夏利用: 見学・練習・里山整備活動	長野市	市教育委員会	競技人口不足 (当面ナショナルトレーニングセンター指定により助成あり)	施設の改修・競技人口拡大・利用者見学者増	ナショナルトレーニングセンター競技別強化拠点指定 (2007年～)	
屋外競技会場 スノーハーバー	クロスカントリ-競技	1997.8	◎	○ (3年)	冬利用: クロカン・散策 夏利用: サッカー・芝コート・散策・MTB	白馬村	白馬村	収支赤字・利用者不足	有効利用・芝のイノシシ害・橋や水路等の改修	JOCスキークラウド指定 (2007年～)	
ふれ愛の森公園	バイアスロン競技	1996.11	○	○ (3年)	冬利用: 冬季閉鎖 (一部のみクロカントリ-) 夏利用: サッカー・芝コート・野外活動 (果箱掛けや植樹など)	野沢温泉村	地元企業 (指定管理)	収支赤字・施設利用・法的制約	有効利用・芝のイノシシ害・排水路等の改修	JOCスキークラウド指定 (1998年～)	
八方尾根 (麓)	滑降競技 (ゴールエリア)	1999.12	○	○ (4年)	冬利用: — 夏利用: —	県	県	—	ギフチヨウウ生息地の保全	砂防工事施工箇所	
長野大町線・白馬美麻線など	白馬ルート (アクセス道路)	1997.12	×	×	冬利用: 主要地方道 (6676号/日・中条村中条町下) 夏利用: 生活道路 (ダム付替道路を含む)	県	県・国・県道路公社	—	—	交通量は日17センチデータ	
戸隠高原浅川線	浅川ルート (アクセス道路)	1997.1	×	×	冬利用: 生活道路 (ダム付替道路を含む) 夏利用: 生活道路	県	県	—	—	高原一帯の宅地開発を促進	
国道292号・旭山発着線・奥志賀公園線	志賀ルート (アクセス道路)	1997.9	◎	○ (一部20年)	冬利用: 生活・観光道路 (5702号/日・山ノ内町平穏野) 夏利用: 生活道路 (バイパス)	国・県	県	—	—	一部トンネル排水の影響あり、交通量は日17センチデータ	
村道2203号線	林道咲花線 (アクセス道路)	1995.11	×	△	冬利用: 生活道路 夏利用: 生活道路	県から白馬村へ移管	白馬村	急勾配箇所の凍結	—	—	
村道3149号線	農道1号線 (アクセス道路)	1998.3	×	△	冬利用: 生活道路 (バイパス) 夏利用: 生活道路	県から白馬村へ移管	白馬村	急勾配箇所の凍結	—	地域高規格道の計画ルートとする案がある	
村道豊郷225号線	バイアスロン会場アクセス道路	1997.3	○	○ (3年)	冬利用: 冬季閉鎖 夏利用: サッカーコートアクセス道路	野沢温泉村	野沢温泉村	—	—	—	
林道越前線	スキー回廊競技会場 (アクセス道路)	1997.10	○	○ (3年)	冬利用: スキー大会時会場アクセス 夏利用: 森林管理道	県から山ノ内町へ移管	町・志賀高原プリンスホテル	一部盛土路面に雨裂 (ガリー) 形成	恒常的な維持管理	林道	

※: 環境アセスの種類は ◎: 要綱アセス ○: 自主的アセス △: 調査資料あり ×: 実施せず

春～秋にかけては、メイン会場に芝を張ってサッカーグラウンドとし、あるいは敷地内での自然体験活動やMTB（マウンテンバイク）等に利用するなどの工夫がされている。しかし、利用する範囲は施設の一部であり利用時期も限られていた。また、ジャンプ会場やボブスレー・リュージュ会場のように、競技だけでなく通年を通して見学者を受け入れる施設もある。図1はジャンプ会場のリフト使用料と維持管理費の推移を示したものである。ジャンプ会場は、長野五輪招致決定前に着工していたことから完成も早く、オリンピック前後を通じての施設への関心の高まりとその変化の様子がよくわかる。図で見ると、見学者数増加にあらわれた五輪効果は五輪開催の1998年をピークに数年以内に留まったことがわかる。なお、ボブスレー・リュージュ会場については、2007年から当該施設がナショナルトレーニングセンター（NTC）競技別強化拠点に指定された。それにより国からの助成が得られるようになり、当面の赤字運営は解消されている。

また、時間の経過とともに施設の老朽化が顕在化しつつある。当時工事発生材料の有効利用として、造成時に伐採された木を土留めや階段等に積極的に利用した。しかし、発生材をそのまま使ったところは腐朽も早く、10年が経過すると目的とした機能が損なわれつつある箇所が目立つ。コンクリートやマット等にも劣化があるため、今後さらに維持管理費が増加する可能性が高い。

さらに、山林を切り開いて造成され、日常の利用が少ない競技会場では、2008年秋からイノシシによる芝生やチップ材敷設箇所の掘り起こしという新たな被害が出てきた（クロスカントリー会場・バイアスロン会場）。近年イノシシやシカは県の北部に分布を拡大しており、里山の獣害問題とも関連して今後深刻な課題になるかもしれない。

自然環境への影響ではいくつかの問題が明らかになっている。たとえば八方尾根下部の中畔沢では、オリンピック開催時にアルペン滑降競技のゴールエリアとして使用された。その後砂防工事として河川整備がなされ、植生の復元工事も行われた。そこでは工事着手前にイワナやサンショウウオ等の陸水動物の避難やギフチョウの食草ミヤマアオイの移植がなされている。このうち、イワナについては局所的な絶滅が報告され⁴⁾、ギフチョウ生息地の保全については、林床の植生管理のために、今後も継続的に手を入れていくことが望ましいと指摘されている⁵⁾。

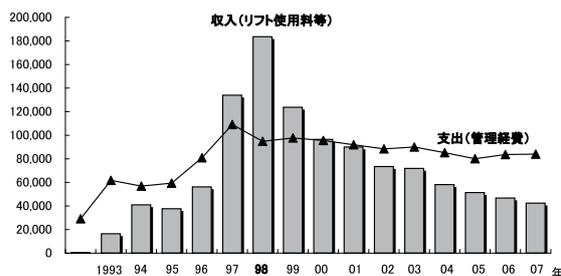


図1 ジャンプ会場のリフト使用料と管理経費の推移（県スポーツ課資料をもとに作成）

さらに、猛きん類の保全が図られたクロスカントリー会場やその周辺では、オリンピック開催後にオオタカの営巣がなくなってしまうことが報告されている⁶⁾。

4.2 主なアクセス道路

アクセス道路については、白馬ルート・浅川ルート・志賀ルートのように延長規模の大きな道路は、五輪開催後には地域の主要な生活道路や観光道路として利用されている。一方、バイアスロン会場へのアクセス道路や焼額林道のように単独の競技会場を結んだ道路もある。比較的規模の小さな道路では、県が整備した後に町や村に移管されたものも多い。利用頻度が少ない焼額林道は未舗装であることもあり、一部路面が雨水によって深さ30cm程度も洗掘され、恒常的な維持管理の難しさを示していた。

志賀ルートを除き、他の道路ではほとんど環境アセスメントが実施されていない（バイアスロン会場の道路は会場と一体的にアセスが行われた）。農道1号線と志賀ルートの表土復元工や巨石積工のその後の推移や、トンネル排水の河川への影響、そしてエコロードのその後については詳しい報告がある^{7) 8) 9)}。その中で、志賀ルートにおけるトンネル工事では、鉄分や砒素を含有する酸性地下水の湧出があり、その排水が近くの河川に現在も流入し続けている。これは、当時の環境影響評価では想定外の事態であった。

なお、浅川ルートでは、里山環境の変化という視点から道路整備により周辺一帯の環境が大きく変わったことをすでに指摘した¹⁰⁾。飯綱高原では長野市が五輪開催都市に決定した1991年頃から宅地開発の申請が増えるとともに、浅川ルートが出来る1997年にかけて別荘地よりも住宅地の開発が増えてい

く状況がある。つまり浅川ルート of 道路整備が、その後の高原一帯の急激な宅地開発を促進した様子が明らかである。これは、それまで別荘地がまばらに点在する地域であった高原が、オリンピック招致によって知名度が上がったことに加え、道路整備により市街地への通勤が可能な地域に一変したためと考えられる。長野市はこのような事態を受けて、2004年になって「飯綱高原土地利用ガイドライン」を作成し、住民向けに環境保全意識の昂揚と啓発を呼びかけた¹¹⁾。

5 考察（今後のために）

長野大会から10年後の状況を踏まえ、「競技会場の整備と有効利用」、「アクセス道路の整備と環境影響」について、今後役に立つと思われる留意点を述べる。

長野大会で新設された競技会場の多くは、収支が赤字であると同時に、その後の維持管理と有効利用が課題となっている。近年の五輪競技会場の多くは非常に巨大であり、建設工事が自然環境に与えるインパクトも大きい²⁾。公共施設として建設される競技会場は、たとえ施設単位での経済収支が赤字であっても、地域遺産として観光や教育などに効果的に利用されるならば大きな意義がある。そのため、開催後の利用は施設の整備計画を検討する上で重要な意味をもつ。

オリンピック競技大会はわずか2週間程度の期間で終わってしまうが、施設整備が地域におよぼす影響は長期にわたる。とくに長期的に見た場合、オリンピック競技会場を新たに建設することには、財政・社会・環境面で様々なリスクを伴う。基本的には、「新たに建設」するよりも「既存施設を改修」する方が、少なくとも環境への負荷を抑制する上では有利である。その際に、よく注目されるのは建設に伴う資源消費量や、自然改変の程度、あるいは廃棄物の量である。実はそれらとは別に、もう一つ重要な要素がある。それは、五輪会場となりうる規模の既存の競技施設のある地域では、すでに暮らしの中にその競技を楽しむ文化的土壌が存在することが多いことから、そこではオリンピック施設の地域遺産としての有効な活用が期待できるという点である。なお、新設か改修かに関わらず、オリンピック競技だけを念頭に置いた設計では、その後の一般市民の利用が困難であるという状況にも配慮すべきである。

以上を考えあわせると、競技施設整備にあたってはとくに以下の3点に留意する必要がある。

- (1) 可能な限りの既存施設の利用
- (2) 五輪のためのみに必要な部分は、大会後の解体とリサイクルを前提にした仮設構造物の利用
- (3) 五輪利用と併せて、市民利用も念頭にした、多目的施設としての設計

つぎに、会場間を結ぶアクセス道路の多くは、その後地域のインフラとしての役割を果たしている。それらは、オリンピックの開催と運営のために不可欠な施設であったため、オリンピック開催に間に合うよう競技会場と同時期に集中して整備工事が行われた。その際、国立公園内での工事であった志賀ルートでは多分野にわたる環境アセスメントが実施された。しかし、それ以外のルートは環境アセスメントの対象にならなかった（表2）。マクロな視点から総量として移動土量を集計してみると、山岳地を通る道路整備は、むしろ競技会場よりも大規模な自然改変がなされており、自然環境への負荷は決して小さなものではなかった（表1）²⁾。また浅川ルートのように、道路整備がその後の周辺地域の急激な宅地開発の拡大につながった例もあった。

自然保護や環境保全という観点からすれば、アクセス道路整備にともなう周辺環境への影響は看過できないほどに大きい。一方、オリンピックのような大会では競技会場の整備に一般の興味や関心が集中しやすく、道路整備がおよぼす影響は環境配慮上の盲点にもなりかねない。アクセス道路の整備については個別の改良工事としてではなく、相互に関連をもつ一連の集中工事として、共通の配慮や対策が施されることが望ましい。

これら競技施設とアクセス道路の整備に共通していえることは、会場配置を含む大会の基本構想との調整が可能ななるべく早い段階で、自然環境と社会環境の両面にわたる総合的な環境配慮が検討される必要があることである。もしそれがなされるならば、全体量としての改変規模や環境影響がかなり低減され、施設の後利用もより合理的に進む可能性が高い。今後十分に留意すべきであろう。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、各施設の維持管理にあたっておられる市町村や県、民間企業の多くの方々

にご協力をいただいた。個々にお名前はあげないが、ここに深くお礼を申し上げます。

文献

- 1) 富樫 均 (2001) 長野冬季オリンピックにおける自然保護対策の進展. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」, 長野県自然保護研究所, 1-8.
- 2) 富樫 均 (2001) 長野冬季オリンピック開催に伴う大規模自然改変. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」, 長野県自然保護研究所, 63-72.
- 3) 近藤良享・森田 啓・笠原亜希子・富樫 均 (2005) 長野冬季五輪の遺産-スポーツ, 文化, 環境-. 体育原理研究35, 75-86.
- 4) 北野 聡 (2001) 河道切り替えに伴う河川生態系復元プロセス~アルペン男女ゴールエリア~. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」, 長野県自然保護研究所, 55-62.
- 5) 須賀 丈・尾関雅章・浜田 崇・岸元良輔 (2009) 白馬村オリンピック滑降競技会場付近のギフチョウ生息地の保全. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告8, 「長野冬季五輪から10年後の自然保護対策の現状と課題」. 長野県環境保全研究所, 29-35.
- 6) 堀田昌伸 (2009) 白馬村における猛禽類への影響と現状. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告8, 「長野冬季五輪から10年後の自然保護対策の現状と課題」. 長野県環境保全研究所, 11-14.
- 7) 尾関雅章・大塚孝一 (2009) 表土復元工法および巨石積工が施された法面の植生変化. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告8, 「長野冬季五輪から10年後の自然保護対策の現状と課題」. 長野県環境保全研究所, 5-10.
- 8) 北野 聡・富樫 均 (2009) 志賀高原横湯川支流カッパ沢の水質調査結果~トンネル排水の影響~. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告8, 「長野冬季五輪から10年後の自然保護対策の現状と課題」. 長野県環境保全研究所, 21-27.
- 9) 前河正昭 (2009) 志賀高原のエコロード施設における野生動物の利用状況の変遷. 長野県環境保全研究所研究プロジェクト成果報告8, 「長野冬季五輪から10年後の自然保護対策の現状と課題」. 長野県環境保全研究所, 37-39.
- 10) 富樫 均 (2003) 浅川地域の最近の開発動向. 長野県自然保護研究所研究プロジェクト成果報告1「里山としての長野市浅川地域」, 長野県自然保護研究所, 56-57.
- 11) 飯綱高原土地利用ガイドライン策定懇談会編 (2004) 飯綱高原土地利用ガイドライン. 31p.

2-8 長野冬季オリンピックから10年後の八方尾根の現状と課題

富樫 均*・浜田 崇**・尾関雅章*

長野冬季オリンピック開催から10年を経た八方尾根の自然保護について、現状と残された課題についてとりまとめた。男子滑降スタート地点引き上げをめぐる論争は、長野五輪の自然保護問題を象徴する出来事となった。そして、この問題を契機として、同地域が抱える自然保護上の課題が浮き彫りとなり、その後の自然保護対策に進展がみられた。外部からの批判や指摘は、地元の人々の意識にも大きな変化をもたらした。これらは、環境に配慮したオリンピックが地域にもたらした成果の一つといえる。環境五輪開催地として、残された課題への取り組みを今後も続けなければならない。

キーワード：長野冬季オリンピック、男子滑降スタート地点問題、八方尾根、10年後

1 はじめに

長野冬季オリンピック競技大会（以下長野大会と略す）は1998年2月7日～22日の16日間にわたって開催された。長野大会では、準備段階から「美しく豊かな自然との共存」という大会基本理念が掲げられ、自然環境の保全に様々な配慮が払われた¹⁾。その中で、男子滑降競技スタート地点引き上げ問題は、長野大会における自然保護問題を象徴する大きな出来事となった。オリンピック開催から10年が経過し、当時の論議をふり返り、その後の調査結果をもとに八方尾根の現状と課題についてまとめた。

2 対象地域と調査内容

対象は、北アルプス後立山連峰の一角を占める八方尾根の稜線上、標高1680mの黒菱平周辺から標高1820mの八方池山荘までの区間である。ここは当時のスタート地点引き上げ問題の対象となった地域と重複する（図1、口絵1参照）。この地域は、尾根を通る自然研究路（登山道）を境に国立公園第一種特別地域と公園外が直接接しているところである。調査は主に冬季利用による影響をみる目的から、1998年春～2000年春にかけて残雪の分布とスキー等の利用にともなう植生の損傷状況について調査した。この残雪分布記録の一部については、すでに報告したものがある²⁾³⁾。2000年以降には、スキーシーズンの終了前後に、植生への損傷の有無につい

て現地調査を行った。また、この地域は八方尾根スキー場の最上部のゲレンデに接しているため、スキー場の管理状況について現地確認をするともに担当者にヒアリングを行った。さらに、植生復元活動等を行っている地元の八方尾根自然環境保全協議会にはこれまでの自然環境保全活動の状況についてヒアリングを行った。

なお、調査対象からはずれるが、八方池山荘からさらに上部の標高約2080mの八方池周辺にかけては

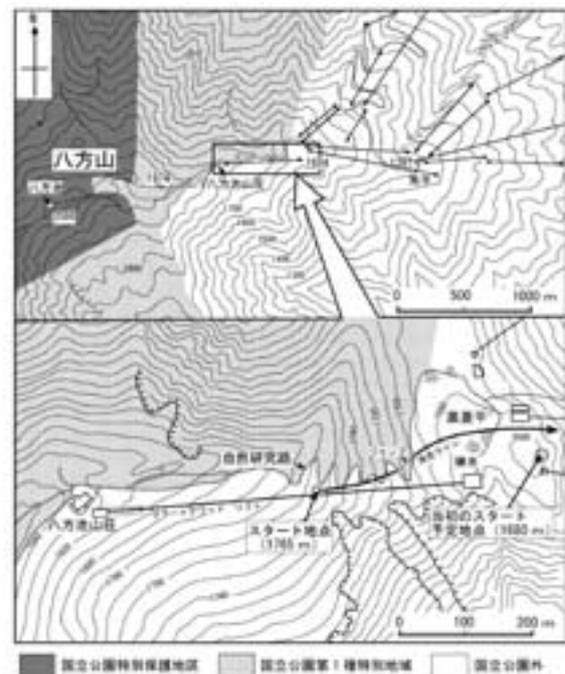


図1 対象地域の八方尾根の国立公園境界とスタート地点の関係

* 長野県環境保全研究所自然環境部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

** 長野県環境保全研究所循環型社会部 〒380-0075 長野市北郷2054-120

昭和40年代から長野県により自然研究路として整備されており、夏～秋にかけて登山やトレッキングに訪れる人々がとくに多い区間となっている。

3 スタート地点問題とその後の経過

3.1 男子滑降スタート地点引き上げ問題

対象地域では、長野大会の開催前に男子滑降競技スタート地点引き上げ問題が起こった。当時の経緯や背景については丸山(1999)⁴⁾、富樫ほか(2001)³⁾、富樫(2004)⁵⁾に詳しい。ここでは、出来事の要点を簡単にまとめておく。

問題の発端は、同地域を会場とした男子滑降競技において、当初計画されていた1680mのスタート地点を、国際スキー連盟(FIS)が1800mに引き上

げるように要請したことであった。これに対し、長野オリンピック冬季競技大会組織委員会(NAOC)は、国立公園内の自然保護等を理由に一貫して引き上げを拒否し続けた。そして、大会を目前に控えた1997年9月に入りさらにFISが強硬に引き上げを要請し、両者の対立が深刻化した。それにより、この問題は国内外のスキー競技団体・自然保護団体・NAOC・行政・地元住民・マスコミ関係者などを巻き込んだ大問題に発展した。この論争は大会開催が迫る約2ヶ月前に、1765m地点への引き上げが公式に発表される形で終息した。しかし、最終的に1765mに決着した根拠について合理的な説明はされなかった。スタート地点引き上げにあたっての関係者間の合意事項として、国立公園の一部は小ジャンプで通過し、公園内には工作物を設置せず、雪面硬

表1 八方尾根の自然保護をめぐる主な出来事

	年	主な出来事
五輪開催前	1993年	・尾根最上部(1840m)までのリフト増強(県が届け出を受理) ・国際スキー連盟(FIS)が現地調査し、1800mへのスタート地点引き上げを要請(以後FISの引き上げ要請とそれに対するNAOCの拒否の交渉づく)
	1995～96年	・滑降コース整備事業実施(ゴールエリアの森林伐採・植物移植を含む)
	1997年	・IOC理事会で1680mのスタート地点案が基本的に了承される ・FISが1800mスタートをさらに要請 ・自然保護研究所(当時)が緊急自然環境調査を実施、結果を公表 ・第12回自然保護検討会議が1680mとすることを再確認 ・NAOC・県・競技団体等が1765mで合意
五輪開催以後	1998年	・冬季オリンピック開催(1765mをスタート地点として滑降競技を実施) ・地元八方尾根自然環境保全協議会発足 ・八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会の開催(第1回～3回) ・八方尾根開発(株)が最上部スキーエリアの雪上圧雪車作業基準(内規)を施行 ・八方尾根保全緊急整備事業(県)実施(黒菱平～八方池山荘間の水路工・筋工等) ・地元ボランティアによる植生復元等の活動実施(主に黒菱平～八方池山荘間)
	1999年	・八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会開催(第4回で終了) ・同協議会が知事と白馬村長に報告書を提出 ・八方尾根保全整備事業実施(県)(八方池山荘より上部の歩道改良) ・地元ボランティアによる植生復元等の活動実施 ・冬季シーズン利用前後の査察実施 ・黒菱平の鎌池湿原周辺が白馬村天然記念物に指定される
	2000年	・八方尾根自然環境保全協議会が「八方尾根の自然観察(ガイドブック)」を発行 ・白馬村が白馬村版レッドデータブックを刊行 ・白馬村が環境基本条例を施行 ・八方尾根保全整備事業実施(県)(八方池山荘より上部の歩道改良) ・地元有志による植生復元等の活動実施(主に第2ケルン下方) ・鎌池湿原の歩道施設整備実施(白馬村) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2001年	・自然保護研究所(当時)がオリンピック研究プロジェクト報告書を公表 ・八方尾根保全整備事業実施(県)(八方池周辺歩道改良と植生復元) ・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に八方池周辺) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2002年	・八方尾根保全整備事業実施(県)(八方池周辺歩道改良と植生復元) ・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に八方池周辺)
	2003年	・地元ボランティアによる植生復元活動実施(第2ケルン下方とグラートクワッド脇) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2004年	・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に第2ケルン下方) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2005年	・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に第2ケルン下方) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2006年	・白馬村第四次総合計画の村づくりの目標に村ごと自然公園の方針が出される ・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に第2ケルン下方) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2007年	・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に八方池周辺) ・冬季シーズン利用前後の査察実施
	2008年	・地元ボランティアによる植生復元活動実施(主に八方池周辺) ・オリンピック開催10年後における調査(研究所) ・冬季シーズン利用前後の査察実施

化剤は使用しないなどの条件がつけられた。

この問題への対応として、長野県自然保護研究所（当時）は1997年10月に緊急の現地調査を行い、当地域が学術的に貴重な自然環境をもち、保護のために細心の注意が必要であることを示し、併せて冬季に限らず夏から秋にかけての登山利用のために一帯の植生に荒廃が生じている現状を指摘した⁶⁾。こうして八方尾根の自然の保護に関して一般の関心が高まるとともに、これまでの保護と利用に関する矛盾点が改めて注目されることとなった³⁾⁷⁾。

3. 2 五輪開催後の経過

五輪開催後の同地域に関わる主な出来事を表1に示す。特筆すべきは、五輪開催直後の1998年4月から約1年間にわたり、「八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会」が設置されたことである。これはスタート地点問題を契機にして、同地域の今後の適切な利用のあり方を検討するために長野県と白馬村の提唱により設置されたもので、県・村・環境庁（当時）や地元関係者、複数分野の学識経験者らが一同に会して議論を行った。通算4回の審議を経てまとめられた報告書では、自然保護上の問題を整理するとともに、「黒菱平の鎌池を中心とした一帯の文化財指定」「登山道沿いの荒廃を防ぐ保全対策」「冬季利用のためのスキー場管理のあり方」「ビジターセンター建設とその環境学習拠点としての運用」といった対策が提言された⁸⁾。そして、これらの提言に応える形で、鎌池周辺が村の天然記念物として指定され、さらに県によりその後5年にわたり当該地域や自然研究路の整備事業が実施された。また、地元ボランティアによる荒廃箇所の植生復元活動なども行われ、その活動は現在も続いている（表1、図2）。



図2 地元ボランティア等による植生復元活動

4 冬季利用における自然への影響

冬季利用については、国立公園外のリフトを使って八方池山荘まで上ってきた多くのスキーヤーが、公園の内外を問わず、地形のままに黒菱平に向かって滑走している。スタート地点引き上げをめぐる論議が最後までもつれた背景には、「スキー場の延長のように一般のスキー利用が容認されている現状がありながら、自然保護のためにオリンピック競技では使用できない」というわかりにくさがあった。そしてこの問題は決着がつかないまま、10年後の現在も当時と同様の利用が続いている。なお、当時は議論を深めようにも、「冬季を通しての積雪の分布と変化」、あるいは「スキー等の利用による自然環境への影響」について、具体的なデータがほとんどない状況があった。

4. 1 消雪の遅れによる植生への影響

冬季利用による影響の一つとして、コース整備による消雪の遅れが植生にあたる影響が懸念される。積雪と残雪分布について1998年1月～2000年5月にかけて行った調査によれば、積雪の分布パターンは現地の地形と卓越風向によって決まるため年による変動がほとんどない。一方雪の積もりははじめと消雪時期は、降雪量と降雪時期、春先の気温等によって決まるため年によって大きく変化することが確かめられた（図3）。消雪時期は年により1ヶ月以上のずれがある。ただし、4月下旬以降のシーズン終わり近くになって加速度的に消雪が進行するという傾向は同じである。コース整備による消雪の遅れの日数はその年の気象条件にもよるため明確にはわからない。ただし、同地域のスキー営業は、まだ多くの場所に残雪がある5月の大型連休までで終えており、少雪年には連休前に閉鎖することもある。そのため、整備によって積雪分布に多少変化があるとしても、年による変動も考慮すると、コース上の残雪の期間が自然状態から極端に引き延ばされるという状況にはなく、植生に大きな影響を与える可能性は少ないと思われる。

4. 2 冬季利用による植生への損傷

次にスキー滑走やコース整備にともなう植生への直接的な損傷の影響が懸念される。図4は1998年春に確認された人為的な植生損傷箇所を示したもので

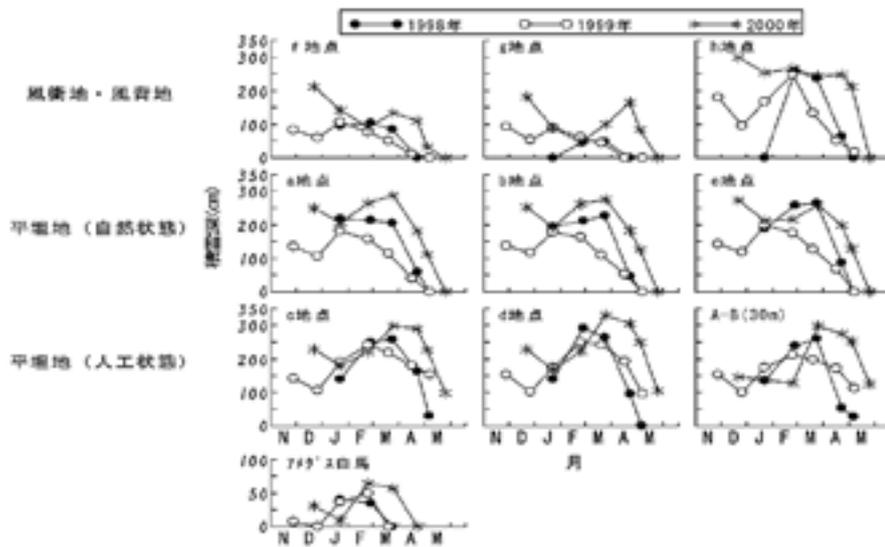
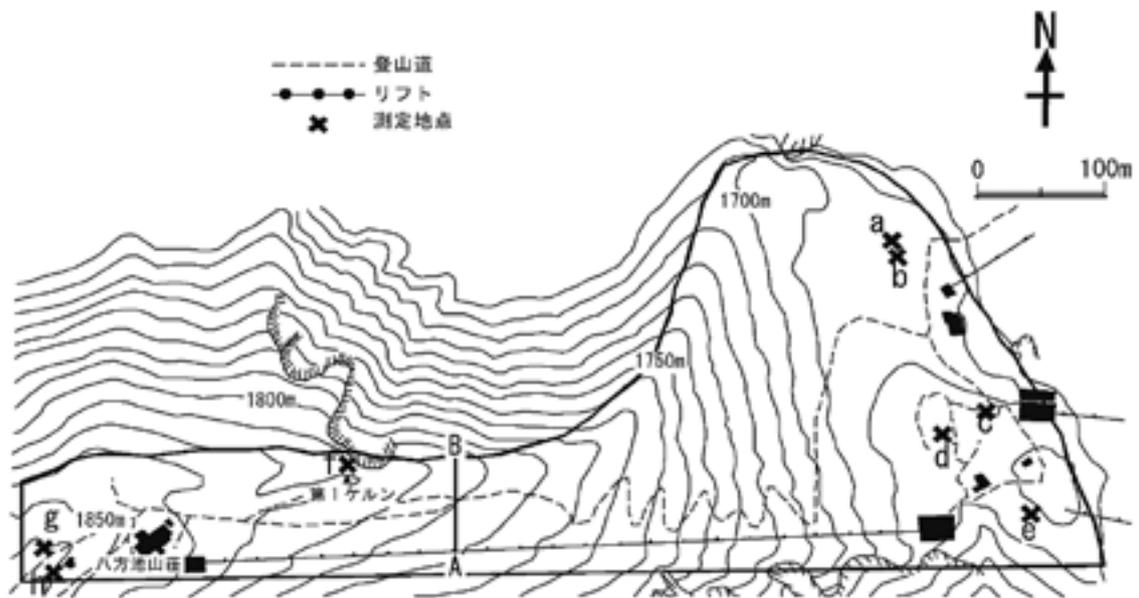


図3 1998年～2000年にかけての積雪深測定結果³⁾

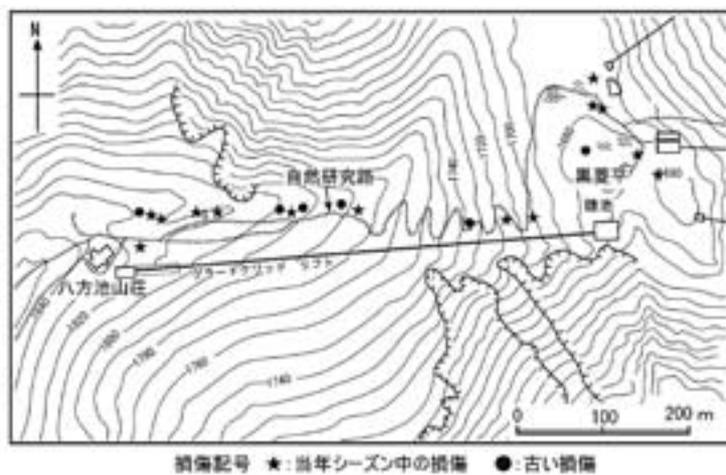


図4 八方尾根の人為的損傷確認地点 (1998年5月26日)

表2 八方尾根上部の冬季利用と人為的損傷の状況

年	新しい損傷確認	損傷場所	原因	コース使用状況※		残雪量※	備考
				オープン日	閉鎖日		
1998	11地点	広域、図5参照	圧雪車・雪寄せ・滑走	1月2日	4月30日	少～平年並み	五輪開催直後
1999	1地点	第1ケルン南西	圧雪車と滑走	12月19日	5月5日	少	整備管理用内規を整備
2000	1地点	第1ケルン下コース外	スノーボード滑走	12月18日	5月7日	多	
2001	不明	不明	不明	12月26日	5月6日	多	確認調査無し
2002	1地点	9～8支柱わき	滑走	12月22日	5月6日	平年並み	
2003	1地点	第3ヘアリフト前	雪寄せ	12月14日	5月5日	平年並み	
2004	1地点	9支柱わき	滑走	12月24日	5月4日	平年並み	
2005	1地点	9～8支柱北コース外	圧雪車	1月10日	5月7日	平年並み	
2006	損傷無し	—	—	12月25日	5月7日	多	
2007	1地点	4～3支柱わき	圧雪車もしくは滑走	1月7日	5月1日	少	
2008	1地点	第3ヘアリフト前	雪寄せ	12月22日	5月3日	平年並み	

※：コース使用状況は、八方尾根開発株式会社の記録による。残雪量は県警春山情報の後立山連峰の記事を参考にした。

ある。表2には、各年の損傷の確認状況を示した。調査では、冬季の強風の影響による幹の偏形や、融雪時の樹木の部分的な起き上がりにもなる枝の損傷といった自然の損傷とは別に、圧雪車とスキー等のエッジによると考えられる人為的な損傷が確認された。人為的な損傷は、「枝先の営利な切断」や、「幹の伸張方向に対し高角度の折れ口をもつ幹折れ」、あるいは「局所的な樹皮のはがれ」といった特徴により、自然の損傷と区別することができる。スタート地点引き上げの是非が論議された当時、競技団体関係者の見解として「冬季利用によって植物に害をおよぼすことは一切なく、今日までスキー場管理の一環として圧雪作業も継続的に行われてきたが、雪解け後の植物への影響調査でも影響は極めて少ないと認められ、いまだに問題は生じていない」といわれていた⁴⁾。しかし調査結果によれば、オリンピックが終わった直後の1998年の春には数多くの損傷が認められた。また、1999年以降ではシーズン終了前後に1ヶ所程度の軽微な損傷があるか、あるいは損傷が認められない年が続いている。1998年5月26日の調査では、人為的損傷地点は17地点におよび、それらの内でその年に生じたと思われる新しい損傷は11地点が確認された(図4)。17地点の内、国立公園内の損傷は11地点であった。損傷地点は尾根北側の稜線付近と斜面下部の低木林、そしてリフト終点と黒菱平の平坦部の低木林に集中していた。稜線部は風の影響と地形と植生のかねあいによって相対的に積雪量が少なく、植生が雪面上に露出しやすい場

所であった。一方平坦部はコース整備のための雪寄せの影響を受けやすい場所であった。1999年以降の軽微な損傷も、同様の場所に生じている。損傷を受けた樹種はクロベ、ハイマツ、ミヤマナラが多く、幹折れや樹皮のはがれ、枝先の枯れが認められた(図5)。損傷部位の高さは、地表から0.3～2.0mとばらつきが大きかった。10年間の損傷の有無をみると、必ずしもその年の残雪の多寡によるわけではないように見受けられる。

以上の結果から、冬季には木々のほとんどが雪の下に倒伏しており、多くは春先の融雪時に徐々に雪面上に枝を出す。このときに圧雪車で雪を寄せたり、少ない雪の上を滑走したりする場合に損傷が起きる状況が想定された。つまり、実際には積雪量そのものよりも整備範囲の設定と、人がどれだけ雪面下の地形と植生に配慮ができるかによって、植生の損傷程度が大きく異なるものと考えられる。

前述の「八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会」の提言を受け、スキー場を管理する事業者は、1998年10月に管理のための自主的な内規を設けた。内規では、概ね1.5mの積雪深があることを確認したうえでコース整備をすることや、雪上車での圧雪範囲の幅等を定めている⁹⁾。表2に示すように、1999年春以降に損傷が大幅に軽減されたが、それにはこの内規とコース整備担当者の管理努力が効果を発揮したと考えられる。ただし、現在も損傷がまったくないわけではなく、ハイマツ等の指定植物に損傷がおよぶ可能性は残る。今後さらに管理基準の見



左：滑走によるハッコウダゴヨウの損傷（1998年4月23日コース外，公園内）
右：圧雪と滑走によるクロベの損傷（1999年5月24日，公園内）

図5 人為による植生損傷の状況（円内が損傷部位）

直しや、一層の管理の徹底をはかることが望まれる。

たとえば積雪深として概ね1.5mという基準があるが、実際には地形や風向などの影響で、場所により積雪深にかなりのばらつきが生じている。冬季シーズン中、尾根の風衝側と風背側で5倍程度もの積雪深の差が生じる場合がある²⁾。したがって、概ね深さ1.5mという規定がどの地点なのかを明確にし、同時に相対的に積雪が少ない場所の状況を考慮するなど、よりきめ細かな管理をしていく必要があると考える。また、例年滑走コース途中のリフト第8支柱の脇の部分は最も早く岩が露出し、コース幅が狭まる傾向がある。そういう現場に即した状況変化に常に注意を払いながら、予測・管理をしてゆくことにより、植生に損傷を与えず、より適切なタイミングでのコース範囲の規制やコースの閉鎖を行うことが可能となるだろう。

5 環境五輪がもたらしたもの

オリンピック開催直前に1765mにスタート地点が引き上げられ、滑降競技は実施された。結果的に引き上げられたのだから、自然保護にとって長く続いた論争は無駄であったと見る人もあろう。しかし、もし問題が紛糾せずに1800mのスタート地点が決まっていたならば、その後の八方尾根の保護と利用のあり方は大きく変わった可能性が高い。

これまでに述べたように、オリンピック開催後にスキー場の管理が強化され、荒廃の拡大を防ぐための様々な取り組みが進んだ。また一連の出来事の中で、地元の人々の環境保全に対する意識が大きく変

わり、それが自発的な行動につながった。後者について堀田（2007）は「スタート地点問題により、専門知（とくに自然科学系の知識：筆者注）が介入することで日常知が豊富化され、八方尾根というコモンズを支えるしくみを変容した」と述べている¹²⁾。このように、十分とはいえなくても人々の意識変化を含めて、八方尾根の自然保護が着実に進展したことは確かである。これは、予定されたことではなかったが、環境五輪が地域にもたらした一つの成果といってよいと考える。また後述するように、この論争は、はからずも日本の自然保護行政の限界と問題点を厳しく問う形にもなった。そのことは、たんに八方尾根という一地域の問題にとどまらない広く深い意味をもつと考える。

6 残された課題

冬季以外の状況も含めた当地域の自然保護上の課題として、四つがあげられる。

第一に国立公園の境界の問題がある。現在の境界は、屈曲する登山道を境にして公園の内外に分けられている。しかし、その境界は自然環境や生態系の連続性を無視した全く人為的なものになっている（図1）。そのため、公園外の荒廃等の影響が公園内におよび、冬の利用者には、公園の内と外の区別がつかず、公園内がスキー場と同一であるかのような印象を与えている。また第1種特別地域にあたるこの地域は、本来はさらに上部の特別保護地区と対比ができるほどの貴重な自然環境であり、景観核心地域にあたる。にもかかわらず、その外周には緩衝地

帯や移行帯が設定されておらず、いわば核心地域がむき出しの状態にある。これは、自然公園の保護管理計画上の欠点といえる。

このような問題は、土地の所有権や使用権を取得することなしに地域を指定するという、国の国立公園制度（「地域制自然公園」制度もしくは「地域指定制自然公園」制度と呼ばれる¹⁰⁾）のあり方に深く関わる問題である。つきつめるならば、この「地域制」に起因する境界設定の欠点や管理のあいまいさがスタート地点問題をあれほどまでに紛糾させた大きな背景であった。しかし、これまでの長い歴史的経過を無視して制度そのものを変えることは必ずしも現実的とはいえない。今後の保護管理がより適切に進められるように、まず取り組むべきことは、公園境界が自然の連続性を反映したものとなるように検討し、少しずつでも現在の矛盾の解消をはかっていくことであろう。

第二に、冬季利用についてはスキー場事業者の管理が行き届くならば、自然への影響程度が大きく軽減されることがわかった。したがって、現在の利用状況が続く限りは、今後も事業者を中心とした賢明な判断と管理の徹底をお願いしたい。

第三に、登山道沿いには多くの登山者による植生の踏みつけと、土壌の流亡等による植生荒廃箇所が認められる。これについては、1998年から県や地元ボランティア等の手によって、表流水処理とジュートネットおよび土嚢による土留めを用いた植生復元活動が行われている。しかし、現地が蛇紋岩と呼ばれる超苦鉄質岩の分布域で特殊な土壌条件であることもあり、いったん荒廃してしまった植生の復元はうまく進んでいない¹⁰⁾。植生復元については、今後も応用的な調査研究を重ねるとともに、復元活動が継続されることが必要である。同時に登山道外への踏み込みをなくし、荒廃箇所がこれ以上拡大しないように、融雪時期の歩行ルートの適切な誘導や登山者への一層の呼びかけも必要である。

第四に、「八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会」で提言された「ビジターセンター建設とその運用」について、10年が経過した今も実現の見通しが立っていない。近年の景気悪化により、財源の確保が厳しさを増していることは確かである。しかし、類い希な自然と景観に恵まれた場所であるとともに、今も年間数十万人の観光客が集中して訪れる地域である。この特別な地域で、自然の保護と適切な利用を可能にするためには、ビジターセンター機

能を有する施設と人材は是非とも必要である。さらに、環境学習の推進と併せて、オーバーユースによる環境の劣化を招かないための方策についても具体的な検討が必要であろう。多くの人が情報を共有し、当地域の自然環境を理解し、環境保全に配慮することは、結果的に当地域の観光の魅力と価値を高めることになる。

7 おわりに

一過性のイベントと異なり、環境の問題は未来に引き継がれなければならない。残された課題の検討には、科学的な調査と関係する主体間による議論と協調が必要であり、解決には時間がかかるかもしれない。しかし、「自然との共存」を世界にアピールし、環境五輪開催を目指した地域に暮らす者の責任として、今後もこれらの課題に取り組んでゆく必要がある。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、地元白馬村や八方尾根開発株式会社、八方尾根自然環境保全協議会の方々へ多くの情報提供とご協力をいただいた。ここに深くお礼を申し上げます。

文献

- 1) 富樫 均 (2001) 長野冬季オリンピックにおける自然保護対策の進展. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」, 長野県自然保護研究所, 1-8.
- 2) 浜田 崇・尾関雅章・富樫 均 (1999) 八方尾根黒菱平における1998年の積雪分布. 長野県自然保護研究所紀要2, 93-98.
- 3) 富樫 均・浜田 崇・尾関雅章・北野 聡・須賀 丈 (2001) 八方尾根の環境保全と望ましい利用のあり方. 長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」, 長野県自然保護研究所, 81-97.
- 4) 丸山仁也 (1999) 白馬八方尾根1800mの攻防. 信越放送株式会社, 204p.
- 5) 富樫 均 (2004) 長野冬季五輪男子滑降競技ス

- スタート地点論争が残したもの. 近藤良享編著「スポーツ倫理の探求」, 大修館書店, 71-80.
- 6) 長野県自然保護研究所編 (1997) 八方尾根緊急自然環境調査報告書. 45p.
 - 7) 尾関雅章・富樫 均・糸賀 黎 (1999) 長野オリンピックにおける八方尾根アルペンスキー男子滑降コース・スタート地点問題と自然保護. 日本生態学会誌49, 283-286.
 - 8) 八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会編 (1999) 八方尾根の自然の保護と利用に関する協議会報告書. 63p.
 - 9) 八方尾根開発株式会社 (1998) グラートクワッドリフトエリアのスキー場整備と自然保護管理にかかわる雪上圧雪車作業基準 内規. 2 p.
 - 10) 加藤峰夫 (2008) 国立公園の法と制度. 古今書院, 320p.
 - 11) 土田勝義・尾関雅章 (2003) 登山道荒廃地の植生復元-北アルプス八方尾根蛇紋岩地を事例として. 環境情報科学論文集17, 17-22.
 - 12) 堀田恭子 (2007) 長野冬季五輪の副産物-観光地におけるコモンズの意味の豊富化と自然保護-. 松村和則編「メガ・スポーツイベントの社会学」, 南窓社, 180-203.

3 総括（今後のために）

長野冬季五輪開催から10年という大きな節目において、個別の自然保護対策の効果や課題をまとめるとともに、それらを踏まえ、自然への影響と対応について総合的に評価した。そして、環境五輪を目指した長野の経験が将来の事業や環境配慮に生かされるために留意すべきことを提言した。なお、個々の施設の環境アセスメントの結果や細かな課題等については、すでに公表した中間報告¹⁾を参照されたい。

3-1 調査の経緯と目的

2008年度の調査は「長野冬季五輪における環境への影響と対応に関する研究」の一環として実施されたものである。これは、長野県が1996年に設置した自然保護研究所（2004年に環境保全研究所に改組）が、1997年度にプロジェクトとして開始した研究である。

当時、関連施設の整備において自然環境への配慮をすすめるため、県は県組織の枠を越えた幅広い分野の有識者を集め、1992年から自然保護検討会議を設置していた。同会議は五輪開催直後の1998年3月に通算第13回目の会議をもって解散した。その最後の会議において、環境保全のために行われた様々な対応に関し、その後の推移を含めた調査・研究と検証という大きな課題が残り、その課題解決が自然保護研究所の研究プロジェクトに委ねられた。それを受けてプロジェクトでは、様々な場所で試みられた自然保護対策を整理し、それらの効果や問題を把握するとともに、長野冬季五輪が与えた自然への影響と対応について総合的に検証することとした。その中間報告は2001年に公表されている¹⁾。

プロジェクト開始当時、五輪関連施設はすでに完成か完成間近なところまで整備が進んでいた。そのため、プロジェクトの中で施設周辺の整備前と整備後の状況について直接比較調査をすることができず、検証には限界もあった。調査に際しては、独自にデータを集めるとともに、それを補完するかたちで各現場の環境影響評価書や関連資料を活用し、自然保護対策の全体像の把握に務めた。以下、「10年後の調査結果」、「それらを踏まえた評価と総括」、「今後に向けた提言」の順に節を設けて記述する。

3-2 10年後のモニタリング調査の結果

1) 表土復元と巨石積工の評価

表土復元工は、掘削工事等の現場であらかじめ表土を採取・保存しておき、工事後の法面に復元する

ものである。この対策は、生態系の基盤をなす表土を自然資源として有効活用し、同時に埋土種子の発芽により土地本来の植生の回復を図ることを目的として行われた。当時のオリンピック関連施設整備における主要な環境保全対策として、この対策は志賀ルートや浅川ルートなどのアクセス道路整備やクロスカントリー会場、バイアスロン会場など多くの施設の建設時に採用された。

白馬村と山ノ内町の施行箇所を確認調査が行われた結果、約10年が経過したことにより緑化の進行とともに、草本植生から低木層をとまなう植生への推移が確認され、対策として一定の効果があったと評価された。また回復した植生をみると、埋土種子や根茎に由来するものだけでなく、施工箇所の周辺部から侵入した植物が植生回復に大きく寄与していることがわかった。ただし、目標とされる周辺植生と同様の植生の形成を確かめるにはさらに時間をかけて追跡する必要がある。

山ノ内町の志賀ルート沿いの巨石積工については、植生の被度は高くないものの、植物の種類が徐々に多様化しつつあることが確認された。

2) 猛禽類、とくにオオタカへの配慮（白馬村）

猛禽類への配慮は、オリンピック施設整備における自然保護対策として象徴的な位置を占めた。当時、オオタカへの影響が懸念されるとして白馬村から野沢温泉村へバイアスロン会場が変更され、クロスカントリー会場の整備においても、オオタカの営巣地に配慮しコースの縮小等がなされた。

白馬村における調査結果によると、オリンピック開催前にオオタカの営巣が確認されていた地域の中で、クロスカントリー会場では1997年以降に、また旧バイアスロン会場予定地周辺では1998年以降に営巣が確認されなくなった。この結果から、建設工事中の短期的な配慮についてはある程度の効果があったものの、生息環境の保全という長期的な面での環

境配慮については、必ずしも十分ではなかったと評価された。

3) 河川環境への影響

・八方尾根山麓中畔沢

中畔沢上流部では、男子滑降競技のフィニッシュエリアとして、一時的に森林伐採を伴う造成が行われ、オリンピック開催後に砂防工事として自然に配慮した河川整備と植樹による植生復元が行われた。

施工後1年目、4年目、9年目の状況を比較した結果では、河川の瀬-淵構造の発達や河川の物理環境にはさほど変化がなかったが、9年目において高さ2m以内の低層カバーが飛躍的に増加し、溪流河畔植生が発達段階にあることが確かめられた。

なお、この施工箇所では、すでにイワナの局所的な個体絶滅の報告がある¹⁾。今後周辺河川からイワナの移殖が行われれば、個体群の再生は可能と考えられる。しかし、調査地域の上部和下部には堰堤と段差があるため、個体群の孤立という問題は解消されていない。

・志賀高原横湯川支流カッパ沢

志賀ルートの志賀第3号トンネル工事において、鉄と砒素を多く含む酸性地下水の湧出があり、排水が沢に流入した。今回の調査で、供用から10年以上が経過した現在も依然として酸性地下水の流入があり、下流の生物相などの河川環境に局所的な影響を与え続けていることが確認された。

4) ギフチョウ生息地の保全(白馬村)

白馬村の男子滑降競技フィニッシュエリアの整備において、ギフチョウ生息地を保全する目的で、ギフチョウの食草であるミヤマアオイの移植が行われた。移植対策そのものについては、移植個体が識別できないことから評価できなかった。それに代わり、移植先の林内において、林床植生の刈り取りがギフチョウの産卵へおおよぼす効果について継続調査が行われた。

刈り取り実験を伴う11年間のモニタリング結果によれば、年1回程度の高い頻度で林床植生の刈り取りを継続すると、ギフチョウの産卵数が増加する効果があることが明らかになった。ギフチョウ生息地の保全のためには、継続的な監視と適切な植生管理への配慮が必要である。

5) エコロードのその後(志賀ルート)

山ノ内町の志賀ルートの道路改良工事では、野生動物の保護のために道路下にエコロード(動物移動経路)が設置された。

これまでの調査結果や環境影響評価とモニタリング報告書等の記録から、この施設の野生動物の利用状況の変遷をとりまとめた。その結果、1998年～2000年頃と比較して、ツキノワグマやニホンカモシカを含め、新たに11種の野生動物の利用があり、時間の経過とともに利用する哺乳類の種数が増えていると評価された。しかし、1箇所あたりの利用頻度は0.3～3.7回/30日程度であり、約10年を経過しても利用頻度は高いとはいえなかった。野生動物の事故(ロードキル)を減らすためには、利用頻度の違いをもたらす要因について分析し、施設の構造等の改善を図ることや、車の速度制限や動物への注意看板の設置等の対応についても検討をする必要がある。

6) 屋外施設の後利用の現状と課題

長野大会に関連して整備が進められた12の主な屋外施設について、その後の利用状況と課題についてとりまとめた。

新設された多くの競技会場では、施設の維持管理が財政的負担になっており、同時に後利用が課題となっている。オリンピック効果とみられる施設の見学者増は数年以内に留まった。約10年が経過し、施設の老朽化が進行するとともに、施設によっては芝生がイノシシに荒らされるという新たな問題も抱えていた。会場を結んだアクセス道路は、生活道路や林道として利用されている。マクロな視点からみると、これらアクセス道路整備による自然環境へのインパクトは、競技会場整備よりも大きかった。また浅川ルートのように、その後の高原地域における宅地開発の拡大に大きく影響した道路整備もあった。長期的に見て、競技施設の整備では、自然保護と省資源や省コスト、さらに後利用の促進という側面から、新設よりもなるべく既存施設を利用することが望ましい。また、道路や競技会場の施設整備を計画する場合、環境影響を低減させ、施設の後利用をより合理的に進めるためには、会場配置を含む大会の基本構想との調整が可能なるべく早い段階で、マクロな視点による自然環境と社会環境の両面にわたる総合的な環境配慮が施される必要がある。

7) 八方尾根男子滑降スタート地点のその後

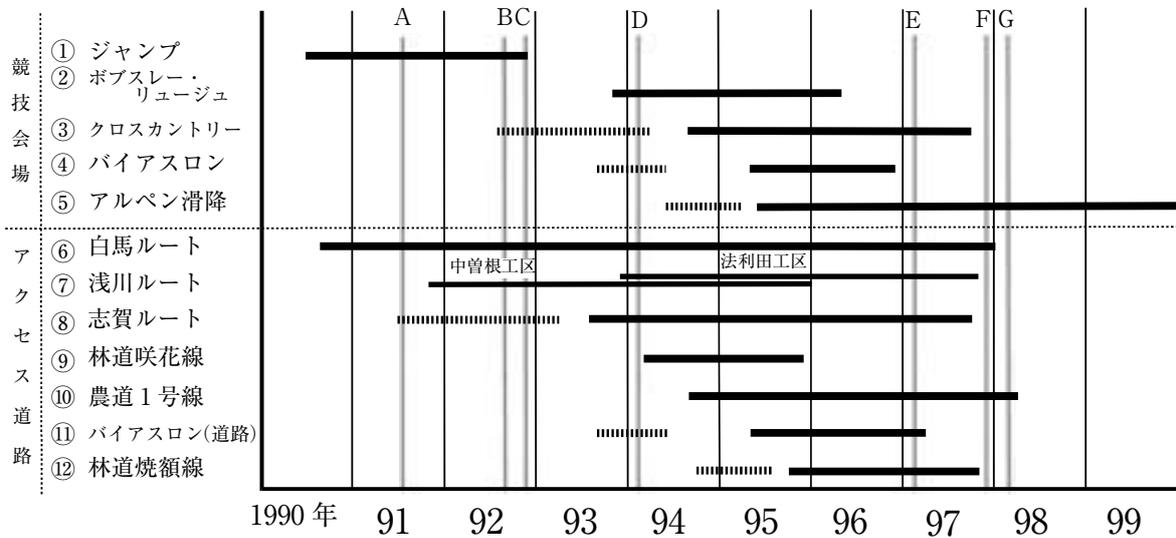
男子滑降競技スタート地点問題が生じた八方尾根上部について、オリンピック後の出来事を整理し、冬季スキー利用による自然への影響と残された課題をとりまとめた。

八方尾根では、オリンピック開催直後に幅広い関係者による協議会が設置され、適切な保護と利用のために審議が行われた。その結果を受け、一部地域の天然記念物指定や、登山道周辺的环境整備、地元ボランティア等による植生復元活動などが行われた。また、冬の利用によって、1998年春までは国立公園内外の植生に人為的損傷が認められたが、その後損傷が激減したことがわかった。これは、オリンピック開催後のスキー場事業者による管理強化と自然への配慮による効果と考えられる。このように、当地域ではオリンピック開催後に自然保護対策が着実に進展した。ただし、国立公園境界のあり方や荒廃地の植生復元、そして類い希な自然環境の保護と利用との両立を図るためのビジターセンターの設置など、課題も残されている。

3-3 長野冬季五輪と環境保全に関する総括

長野大会における環境配慮の特徴は、対策の中心が野性生物の生息環境の保全におかれたことにある。これには、冬季五輪会場開催地として、歴史上最南であった北緯37度以南という地理的な位置や、複雑な地形と地史、そして多様な生物相に恵まれた長野の自然環境の特質が大きく影響した。長野冬季五輪における自然保護対策は多岐にわたり、その詳細は長野県自然保護研究所編（2001）に報告されている¹⁾。図1と表1に主な屋外施設の施工時期と各施設の自然保護対策の項目を示す。

図1、表1では、競技会場とアクセス道路それぞれについて、着工時期の早い順に並べてある。これにより、時期的に後に施工されたものほど採用された対策メニューが多くなる傾向が明らかになる。これは、五輪開催が決まり、準備が本格化した1992年頃を境に、自然保護対策の方向が定まり、各種の自然保護対策が飛躍的に充実し、個々の現場に浸透したことを意味する。



A: 長野開催決定 B: 第1回自然保護検討会議 C: 大会基本理念決定
 D: バイアスロン会場変更 E: 大会前年の国際競技大会開催
 F: 第12回自然保護検討会議(スタート地点問題) G: 冬季オリンピック開催
 : 自然環境調査(環境アセスメントを含む) ——— : 施工期間

図1 主な野外施設(①~⑫)の施工時期と自然保護に関わる出来事

表1 主な野外施設の自然保護対策（施設の①～⑫は図1と同じ）

保全対策	競 技 会 場					ア ク セ ス 道 路					
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑫
会場変更				■	■						
設計変更			■							■	
移植	■	■		■	■			■	■		■
表土復元				■	■		■	■	■	■	■
幼苗植栽	■			■							
巨石積み		■		■				■			■
動物移動経路		■						■	■	■	
生息池復元			■	■					■		
多自然型水路			■		■		■		■		■
猛禽類対策			■							■	
動物の移殖					■						
環境影響評価		■	■	■	■			■	■	■	■
モニタリング	■							■	■		■

積極的に採用
 採用
 採用せず

<評価される点>

自然保護対策メニューの充実は、内外の様々な指摘を受けながら、市町村や県の施設整備担当が、現場において試行錯誤を重ねて対策を充実させていった努力の表れとして評価される。その背景には、大会基本理念の決定や、志賀ルートとクロスカントリー会場の両施設について、当時の県の要綱による環境アセスメントが実施されたこと、さらに県によって設置された自然保護検討会議という専門的な検討機関が審議を開始したことがある。表土復元工による在来種による植生の回復や、造成された池でモリアオガエルの産卵が確認されるなど、個々の対策は自然の推移とともに一定の効果をおよぼしており、今のところ造成された施設で自然環境の荒廃が進んでいるという兆候はほとんど見られない。

また、白馬村の八方尾根上部では、男子滑降スタート地点引き上げをめぐる、開催前に激しい対立と紛糾があった。しかし、それがきっかけとなって地元の企業や村・県・国等による協議の場が設けられ、自然や環境に対する認識が深まり、結果的に地域の自然保護活動を進展させる効果をもたらした。このような推移は、あらかじめ想定されていたものではない。八方尾根には今なお未解決の課題はあるが、これらの一連の自然保護の進展は、環境五輪が地域にもたらした成果のひとつとして評価される。

<課題とされる点>

自然環境の保護のために、個々の現場単位では様々な配慮や工夫が進んだ。その一方で長期的・総合的に対策を企画し管理する視点が不足していた。1994年のリレハンメル大会では「モム（MOM）」と呼ばれる管理・運営・保全に関する共通の基準・仕様システムが開発された²⁾。しかし、長野大会では環境配慮のための統一基準や仕様は作られていない。長野オリンピック冬季競技大会組織委員会（NAOC）内部には、自然保護に関する専任部局がなく、自然保護対策のほとんどは個々の整備事業主体の努力に委ねられた。広域分散開催に伴うアクセス道路整備と競技会場の新設により自然改変規模が増大し、競技会場の多くは後利用という課題を抱えた。また、会場変更等をして保護を図ったはずのオオタカが、オリンピック開催後に営巣しなくなった。これらは、自然保護を含む広い意味での環境配慮として、長期的かつ総合的な対応が必ずしも十分でなかったことを意味する。

個別の自然保護対策にも課題があった。たとえば、もっとも多くの現場で採用された対策として希少植物の移植があった。しかし移植個体の識別が不徹底で、対策後の評価が十分に行われていない。長期のモニタリングが計画されていたが、その後の計画変更によって途中で調査が打ち切られた例もあった。移植は代替案がない場合の最後の対応であるが、移

植行為だけでは対策とはいえず、経過監視とその後の評価がもっとも重要である。また環境アセスメントでは、掘削による酸性地下水の湧出や、工事に伴う周辺井戸への影響、あるいは工事中に想定以上の濁水が流出するなど、とくに水象関連の事項で予測と実際の差が目立った¹⁾。これらは、予測・評価やモニタリング手法における技術的な課題となる。

3-4 環境五輪の遺産を生かすために（提言）

長野冬季五輪の経験は、私たちに貴重な財産と教訓を残した。

1992年以降、環境アセスメント等が一部で行われ、施設整備において自然保護対策が飛躍的に充実した。これは共通の理念のもとに現場を中心に多くの関係者が協力し試行錯誤をした結果、短期間に多様な自然保護対策が具体化された事例である。これらの技術や経験は、貴重な財産である。

一方、オリンピックのような巨大プロジェクトにおいて、総合的な環境配慮を行うタイミングの重要性が認識された。大会開催の10年程前の基本計画策定時点で、当時の招致委員会がすでに自然改変を伴う広域分散開催と競技会場の新設などを決めていたが、その基本計画に対して環境面から科学的に比較検討が加えられる機会がなかった。そのため、1992年以降に現場ごとに多種多様な自然保護対策が進められたものの、結果的に自然改変規模の縮小というもっとも基本的な配慮について、十分に検討されなかった点を見落としてはならない。

長野五輪の自然への影響と対応に関する総括により、その経験を今後のプロジェクトや環境保全に活かすために、以下の5点が教訓としてあげられる。

- ①個々の現場で試みられた様々な自然保護対策は貴重な財産であり、その技術と経験を次世代に広く伝えるとともに、今後のプロジェクトでも可能な限り活用されるべきである。
- ②大規模なプロジェクトでは、基本計画が練られる早い段階で、代替案を含む総合的な観点による環境配慮（いわゆる戦略的環境アセスメント）が行われることが望まれる。
- ③自然との共存を確実に進めるため、プロジェクトの企画・運営と自然保護対策は一元化されなければならない。
- ④準備段階の配慮から実施後のモニタリングまでを共通の視点で管理し統括する仕組みが必要であ

る。

- ⑤自然保護対策の検証には、少なくとも実施後10年以上にわたる長期のモニタリング調査の継続が望まれる。

1990年代以降、戦略的環境アセスメント（SEA: Strategic Environmental Assessment）が国際的に注目され、先進諸国や国内の自治体でも制度化されるようになってきた。Sadler and Verheem（1996）によれば「SEAとは、提案された政策（policy）、計画（plan）、プログラム（program）に関する意思決定の可能な限り早い段階で、経済的、社会的考慮とともに、これらの環境面での帰結が十分に考慮され、適切に対応されるよう、環境面での帰結を評価するための組織化（Systematic）されたプロセスを指す」と定義される³⁾。長野冬季五輪の基本計画が策定された1980年代末には、まだ戦略的環境アセスメントの必要性に関する一般の認識は希薄であったと思われる。しかし、それから約20年を経過した今日、規模の大きな開発において、構想段階での総合的な環境配慮の重要性に目が向けられるようになった。当時、もしそういう取り組みが組織的になされる機会があれば、長野冬季五輪における環境配慮は一層効果的に進み、課題とされたことの多くを事前に回避あるいは低減することができた可能性が高い。

本来「自然との共存」は歴史を負い、未来に継承されるべき課題で、一過性の対応で済むことではない。長野冬季五輪の経験は、人間側の短期的な期待や努力が、そのまま「自然との共存」につながるわけではないことを示している。オリンピックにおける「自然との共存」には、相応の時間をかけた継続的な取り組みと検証、そしてその経験の次世代への継承が必要である。

「美しく豊かな自然との共存」という基本理念は、長野が来るべき21世紀の世界に向けて力強く発信したメッセージであった。環境五輪開催に向けて多くの人が意見を戦わせ、また立場を越えて協力したが、人々が共有していたのは、単なるスローガンではなく、自然環境の保護に対する熱い思いであった。とくに、当時の子どもたちにとっては、大人たちよりもはるかに純粋な心でその理念が心に刻まれたことであろう。10年後の今も、それは心に残っているであろうし、そういった目にみえない記憶こそが、実は環境五輪が私たちに残した最大の遺産である。

基本理念の本当の実現は、当時の思いが継承され、各地に根を張り、今後新たな自然保護の取り組みや環境保全策を通して育てられてゆくかどうかにかかっている。10年前の長野に点った環境五輪の火は、これからも燃やし続けていかなければならない。

文献

- 1) 長野県自然保護研究所編(2001)「冬季オリンピック関連事業の自然環境への影響と対応に関する調査研究」長野県自然保護研究所紀要4, 別冊3, 135 p
- 2) Ministry of Environment – Norway (1994)
The Greening of sports, The third dimension of The Olympics.22 p.
- 3) 浅野直人監修・環境影響評価制度研究会編(2009)
戦略的環境アセスメントのすべて。ぎょうせい, 258 p.

執筆者一覧

(※：プロジェクトリーダー)

氏名および（専門分野）	執筆分担
浜田 崇（自然地理）	2 - 5・2 - 8
堀田昌伸（鳥類生態）	2 - 2
岸元良輔（哺乳類生態）	2 - 5
北野 聡（陸水生態）	2 - 3・2 - 4
前河正昭（景観生態）	2 - 6
大塚孝一（植物生態）	2 - 1
尾関雅章（植物生態）	口絵2・2 - 1・2 - 5・2 - 8
須賀 丈（昆虫生態）	2 - 5
※ 富樫 均（地形地質）	口絵1・1章・2 - 4・2 - 7・2 - 8・3章

長野県環境保全研究所 研究プロジェクト成果報告 8

長野冬季五輪から10年後の 自然保護対策における現状と課題

2009（平成21）年

編集・発行

長野県環境保全研究所

〒380-0075 長野市北郷2054-120

TEL 026-239-1031

FAX 026-239-2929

E-mail kanken-shizen@pref.nagano.jp

印 刷

ほおずき書籍株式会社

〒381-0012 長野市柳原2133-5



古紙パルプ配合率100%再生紙を使用