

図2 甚之助下迂回路のオオバコの分布 (2009年, 2011年, 2016年)

表1 甚ノ助下迂回路におけるオオバコの個体数と葉の形態的形質 (平均値 ± 標準偏差)

	個体数	開花個体数	開花個体数の割合 (%)	NL(枚)**	LL(cm)***	WL(cm)***	LS(cm)***
迂回路2009	27	14	51.9%	6.4 ± 2.6 (n=27) a	6.8 ± 2.9 (n=24) a	4.6 ± 20.6 (n=26) a	6.5 ± 37.2 (n=27) a
迂回路2011	224	6	2.7%	5.2 ± 4.8 (n=47) b	3.4 ± 3.6 (n=46) b	2.3 ± 23.0 (n=46) b	3.2 ± 48.7 (n=46) b
迂回路2016	159	9	5.7%	5.2 ± 2.3 (n=45) ab	3.7 ± 1.8 (n=44) b	3.0 ± 12.4 (n=44) c	2.8 ± 16.4 (n=45) b
					LL × WL***	WL/LL***	LS/(LL+LS)***
迂回路2009					36.9 ± 31.3 (n=24) a	0.69 ± 0.11 (n=24) a	0.49 ± 0.06 (n=24) a
迂回路2011					15.9 ± 39.0 (n=46) b	0.71 ± 0.12 (n=46) a	0.43 ± 0.09 (n=46) b
迂回路2016					12.9 ± 13.0 (n=44) c	0.86 ± 0.38 (n=44) b	0.42 ± 0.10 (n=44) b

Kruskal-Wallis検定によるp値: * < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001, n.s. not significant
異なるアルファベット間にはSchefféの方法による対比較で有意水準5%で有意な差があることを示す

甚ノ助下迂回路2011では標高1,861m地点の実生47個体、標高1,907m地点のWLが20mm以下の個体が130個体は計測されていない。
甚ノ助下迂回路2016では標高1,810m地点のWLが20mm以下の個体100個体(推定)、標高1,862m地点の14個体は計測されていない。

データ), 2011年10月18日に確認, 計測した迂回路のオオバコとフキのデータ(野上・吉本, 2011)のデータ)との比較を行った。

統計解析には統計解析パッケージR var.3.3.2 (R Core Team, 2016)を使用し, Kruscal-Wallis検定には青木(2009)のクラスカル・ウォリス検定(plu

多重比較)のプログラムを利用した。

結果と考察

迂回路のオオバコの分布と個体サイズ

迂回路では2009年8月4日に初めてオオバコの生育が確認された。生育が確認されたオオバコは27

個体で、うち14個体が開花個体であった。開花、非開花を問わず、迂回路全域で見られたが、標高の低いところが多いようであった(野上・吉本, 2009)。その2年後、2011年の調査では、生育が確認されたオオバコは224個体で、うち6個体が開花個体で、開花、非開花を問わず、迂回路全域で見られたが、標高の低いところが多いようであった(野上・吉本, 2011)。その5年後、今回の2016年の調査では、生育を確認したオオバコは一部、推定数も含まれるが150個体、うち9個体が開花個体であった。開花、非開花を問わず、迂回路の複数地点で見られたが、

これまで確認されていた迂回路の下部(標高1,780~1,840m)では確認できなかった(図1)。2009年から2011年の2年間で侵入したオオバコの個体数は8.3倍となっていたが、2011年から2016年の5年間で個体数は2011年の71.0%と減少していた。また、開花個体の割合は2009年から2011年の2年間で51.9%から2.7%へ大きく減少していたが、2011年から2016年の5年間では5.7%で、やや増えていた。

2011年は標高1,818m地点で実生47個体が、また、標高1,864m地点ではWLが20mm以下の個体が130個体まとまって生育していた(野上・吉本, 2011)。

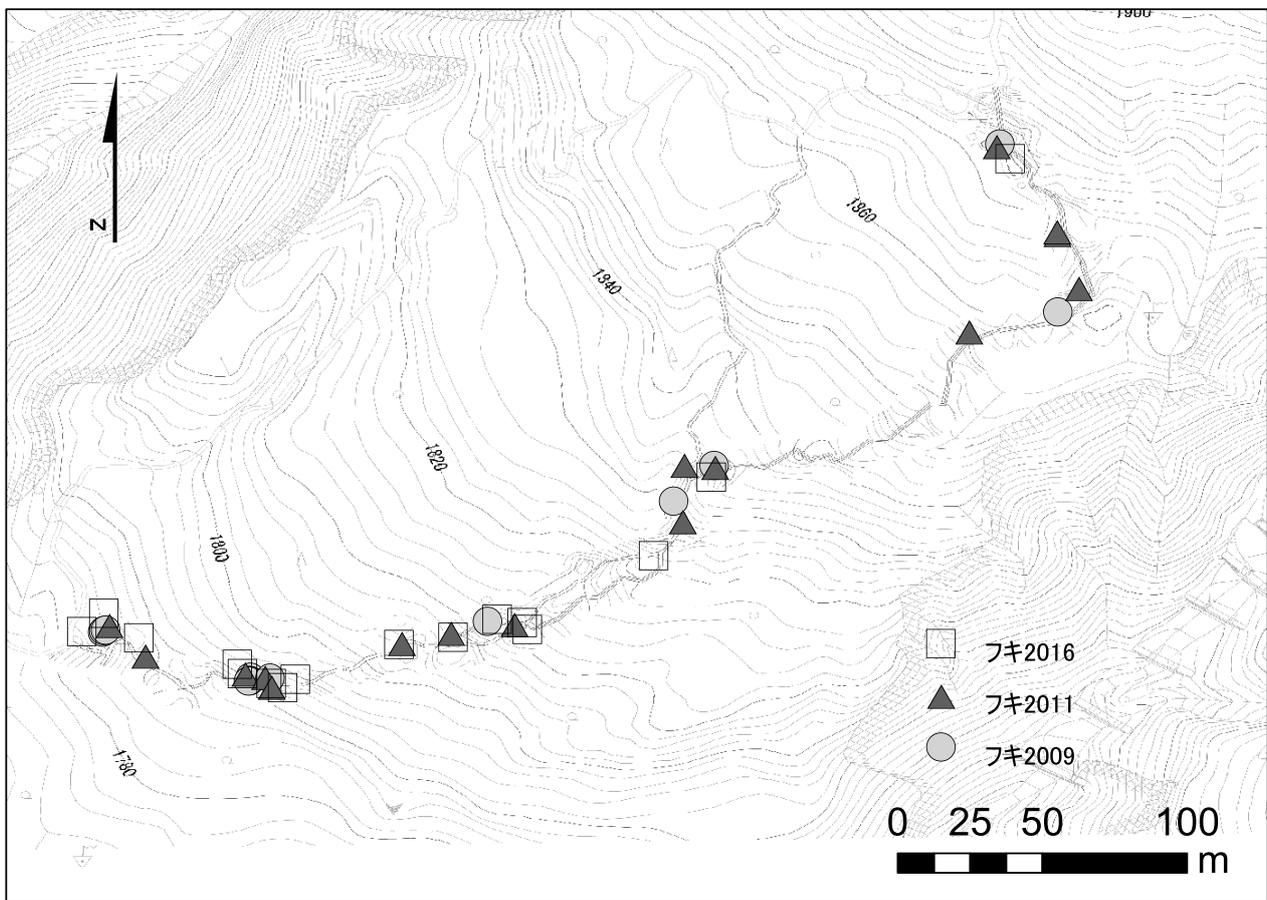


図3 甚之助下迂回路のフキの分布(2009年, 2011年, 2016年)

表2 甚ノ助下迂回路におけるオオバコの個体数と葉の形態的形質(平均値±標準偏差)

	個体数	NL(枚)*	LL(cm)***	WL(cm)***	LS(cm)***
迂回路2009	21	2.7±2.8 (n=20) ab	13.8±5.1 (n=21) a	16.0±5.9 (n=21) a	20.5±10.2 (n=21) a
迂回路2011	85	5.0±7.4 (n=38) a	13.6±6.7 (n=36) a	16.0±8.6 (n=37) a	20.7±12.4 (n=38) a
迂回路2016	140	2.5±1.1 (n=140) b	8.4±4.7 (n=139) b	13.8±8.1 (n=140) b	16.3±10.9 (n=140) b
			LL×WL ***	WL/LL ***	LS/(LL+LS) ***
迂回路2009			248.7±158.9 (n=21) a	1.18±0.10 (n=21) a	0.58±0.10 (n=21) a
迂回路2011			272.6±277.0 (n=36) a	1.16±0.13 (n=36) a	0.59±0.10 (n=36) a
迂回路2016			154.3±166.9 (n=139) b	1.62±0.22 (n=139) b	0.64±0.08 (n=139) b

Kruskal-Wallis検定によるp値: *<0.05, **<0.01, ***<0.001, n.s. not significant

異なるアルファベット間にはSchefféの方法による対比較で有意水準5%で有意な差があることを示す

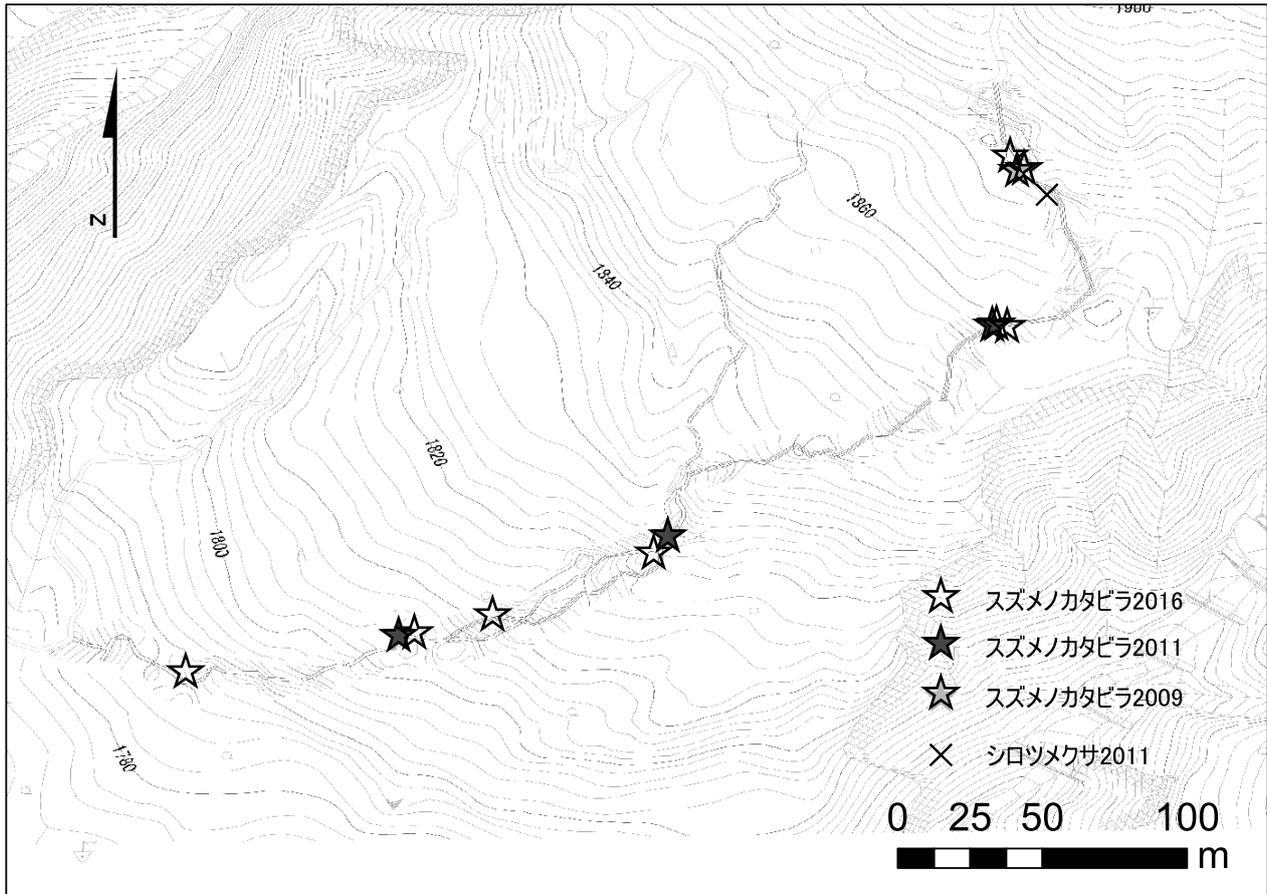


図4 甚之助下迂回路のスズメノカタビラ、シロツメクサの分布（2009年，2011年，2016年）

2016年にも迂回路でオオバコが集中的に生育している地点があり，標高1,810m地点でWLが20mm以下の個体が100個体（推定）と標高1,862m地点で22個体が生育していた。これらの個体の計測は行っていないため統計的な解析では除かれているが，全ての形質で有意差が認められ（表1），2016年に確認されたオオバコは2009年に比較して有意に個体サイズが小さくなっていた（表1 Schefféの方法による対比較で $p < 0.05$ ）。2016年と2011年の比較でも有意差があるものもあったが，全ての形質で個体サイズが小さくなっていたわけではなかった。

本調査で2009年，2011年に確認された地点以外にも侵入が確認されていること，発生から間もない小さな個体が多いことから2011年以降もオオバコは新たに侵入してきていると思われる。一方，2009年，2011年に確認されたものの2016年には確認されなかった地点があることや総個体数が減少していることなどから，迂回路では侵入したオオバコがそのまま安定的に定着するのは難しいと考えられる。

迂回路のフキの分布と個体サイズ

迂回路ではフキもオオバコ同様，2009年に初めて生育が確認され，確認されたフキは21個体であった。オオバコと同様，侵入が確認された場所は1か所ではなく，複数地点で見られ，また，迂回路全域で見られた（野上・吉本，2009）。その後，2年を経過しての2011年の調査では，生育が確認されたフキは85個体で，2009年に比べると4.0倍になっており，迂回路全域で見られたが，標高の低いところで多く，複数の個体がまとまって生育している地点もあった（野上・吉本，2011）。更にその後，5年を経過しての今回の調査では，フキ140個体で，2011年に比べると1.6倍になっており，2009年と比較すると6.7倍と，その個体数は大きく増加していた（表3）。オオバコと同様，フキの侵入は複数地点で見られ，特に迂回路の標高の低い地点（標高1,782m～1,820m）で多く確認された（表2，図3）。2016年に確認された多くの地点は，これまで2009年，2011年に確認された地点で，そこで繁殖，定着し，個体数が増えたと考えられる（図3）。

個体サイズや形態的形質について表2に示しているが、2016年、2011年、2009年との値を比較したところ全ての形質で有意差があり、2016年は2011年、2009年と比べると有意に個体サイズが小さくなっていった(表2 Schefféの方法による対比較で $p < 0.05$)。よって個体数は増加しているものの、全体としては小さな個体が多いことが明らかになった。

オオバコとフキ以外の分布

迂回路でのオオバコとフキ以外の侵入植物の分布状況はそれぞれ図4のとおりである。迂回路では2009年に確認されたのはスズメノカタビラ (*Poa annua*) が1個体、標高1,875mであったが(野上・吉本, 2009), 2011年の調査では3地点で確認され、2009年に確認された地点とは異なる地点で確認された(野上・吉本, 2011)。さらに2016年では分布地点は散在的であったが、迂回路の広い範囲で確認され、8地点で確認された。多くは2011年に生育が確認された地点で継続して確認されたが、それら以外の地点にも生育が確認されており、確認地点は増加している。

また、2009年には確認されなかったシロツメクサ (*Trifolium repens*) が2011年には標高約1,870mの地点で38cm×17cmのサイズで確認されたが(野上・吉本, 2011), その後、2012年9月9日に自主参加型外来植物除去作業ボランティアによる登山道での外来植物除去作業を実施し、全草を除去した(除去量は地下部も含め50g)。その後、シロツメクサは確認されていない。

おわりに

開設されて間もない登山道にオオバコやフキ、スズメノカタビラといった低地性植物が侵入してきている実態が明らかになり、オオバコとフキ、スズメノカタビラではその動態に違いが見られ、オオバコの個体数は減少していたのに対し、フキは大幅に個体数が増えていることが明らかになった。一方、スズメノカタビラも確認地点はフキほど多くはないが、確認地点数は増加してきている。

砂防新道は白山では最も利用者数の多い登山道である(石川県環境部, 1989; 石川県白山自然保護センター, 2004)。最近の2003年から2016年にかけて環境省が白山の主要な登山道である砂防新道、観光新道、市ノ瀬・別山道、釈迦新道、平瀬道で実施した登山者カウンターによる調査でもこれらの登山道

の中では最も砂防新道が利用されている(環境省白山自然保護官事務所, 私信)。砂防新道のように利用者が多い登山道では、登山者によって新たな外来植物が持ち込まれたり、すでに侵入した地点から分布を拡大させている可能性は否定できない。登山道への新たな外来植物の侵入を防ぐため、現在、環境省や環白山保護利用管理協会が登山道入口付近などで、種子除去マットやブラシで登山靴等に付着した外来植物の種子を落とさせるなどの対策を実施しているが、種子除去マットについても種子除去用ブラシについても、その利用は限定的で、必ずしも徹底されているとはいえない。今後、それらの使用を、より徹底する事が求められるほか、登山道工事の際に持ち込む資材や工事関係者に対しての侵入防止策を図ることも重要と考える。今後も環境省、石川県をはじめとした地方自治体、環白山保護利用管理協会、宿泊小屋管理団体等が連携をとりながら、これらの利用について普及啓発に力を入れていく必要がある。

また、今回示したように、侵入後、外来植物の個体数が増加していくこともあることから各登山道でのモニタリングを継続して実施し、特に高山帯などで影響が大きいと考えられる場合や他の植物の生育に大きな影響を与えるような侵略的な外来種が侵入した場合には拡散防止のため、早急に除去するなどの対策を取る必要がある。

引用文献

- 青木繁伸(2009) クラスカル・ウォリス検定 (plus多重比較). Homepage (<http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/R/kruskal-wallis.html>) (2017年1月31日現在)
- 石川県白山自然保護センター(2004) I 登山者利用動態. 白山高山帯保全対策調査報告書, 石川県白山自然保護センター, 1-10.
- 石川県環境部(1989) 白山国立公園の保護と利用に関する報告書, 95pp.
- 野上達也(2001) 白山高山帯・亜高山帯における低地性植物の分布について. 石川県白山自然保護センター研究報告, 28, 1-6.
- 野上達也(2002) 白山高山帯・亜高山帯における低地性植物の分布について(2). 石川県白山自然保護センター研究報告, 29, 1-6.
- 野上達也(2003) 白山高山帯・亜高山帯における低地性植物の分布について(3). 石川県白山自然保護センター研究報告, 30, 7-13.
- 野上達也・吉本敦子(2009) 2007年に開設された砂防新道迂回路に出現したオオバコ (*Plantago asiatica* L.) とフキ (*Petasites japonicus* (Sieb. Et Zucc.) Maxim.) の分布と個体

サイズ. 石川県白山自然保護センター研究報告, 36, 7-11.

野上達也・吉本敦子 (2011) 砂防新道迂回路に出現したオオバコ (*Plantago asiatica* L.) とフキ (*Petasites japonicus* (Sieb. Et Zucc.) Maxim.) の分布と個体サイズ. 石川県白山自然保護センター研究報告, 38, 19-26.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. (2017年1月31日現在)