

## 針葉樹人工林内に侵入した竹の整備が植生回復に与える影響

小谷二郎

**要旨：** 針葉樹人工林に侵入した竹の伐採と再生する竹の刈り払いによる整備が、その後の植生回復に与える影響を伐採後5年間追跡調査した。刈り払いは基本的に2年間のみであったが、竹はほとんどの箇所では衰退傾向にあった。しかしながら、整備後徐々に回復の兆しもみられた。一方、整備後にはパイオニア樹種が急激に増加するとともに、前生の常緑広葉樹や鳥により種子が散布されたとされる落葉広葉樹も増加するなど5年間で多様な樹種構成となってきた。下層の植生被度も80%までに回復し、森林の公益的機能の回復も順調と考えられた。

**キーワード：** 広葉樹、再生竹、植生回復、針葉樹人工林、侵入竹整備

### I はじめに

西日本を中心に、モウソウチクやマダケ等の放置竹林が針葉樹人工林等へ侵入拡大していることが問題となっている(鳥居・井鷲, 1997; 鳥居, 2006)。放置期間の長い竹林は劣悪な光環境になるため下層植生の発達が抑制され(重岡, 2011; 小谷・江崎, 2012)、森林の持つ公益的機能に悪影響を与えることが懸念されている(日浦ら, 2004; 豊原ら, 2005; 鳥居, 2006)。

竹は地中で栄養繁殖するために、親竹の伐採のみでは再生竹によって、また元の竹林へ回復してしまう。そのため、竹林を絶やすためには、数年間は再生竹の刈り払いを行う必要がある(石田ら, 1999; 藤井ら, 2005, 2008; 鈴木ら, 2008)。し

かしながら、竹林の伐採とその後の再生竹の刈り払いには多大な労力と経費を要するのが実情で、高密度化した竹林の所有者個人による整備は困難な状況となっている。こうしたことから、石川県では平成24年から「第二期いしかわ森林環境基金事業」において、手入れ不足人工林の強度間伐に加え、侵入竹林の整備を行って森林の公益的機能の回復を図っている。また、整備後の機能の回復状況を検証するために植生回復のモニタリング調査を行っている。

竹林での植生に関する調査では、放置期間が長い竹林は林内が暗くなるため、植生が乏しくなり耐陰性の高い特定種しかみられなくなることが報告されている(瀬嵐ら, 1989; 山口・井上, 2004; )

表-1. 調査した侵入竹林整備跡地の整備前の概要

NO.	場所		標高 (m)	斜面 方位	傾斜 (°)	樹種	立木密度 (本/ha)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	竹	竹稈密度 (本/ha)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)
	市町	字											
1	珠洲市	宝立町鶴島	30	SE	20	アテ	300	46.5	19.0	マダケ	12,800	9.6	17.1
2	輪島市	町野町川西	60	NW	15	スギ	1,900	17.5	15.3	モウソウチク	3,100	10.2	-
3	輪島市	能納屋	50	E	25	アテ	2,700	34.9	14.9	モウソウチク	5,200	11.7	-
4	能登町	宇加塚	130	SE	20	スギ	1,000	28.6	21.4	モウソウチク	2,800	11.9	-
5	七尾市	大津	20	E	25	スギ	1,600	15.0	10.7	マダケ	9,700	5.3	10.4
6	七尾市	西下	24	NE	5	スギ	1,300	30.4	20.2	モウソウチク	5,100	12.6	16.3
7	中能登町	藤井	72	NE	10	スギ	800	27.3	24.3	モウソウチク	3,500	9.3	-
8	志賀町	地保	150	W	25	スギ	1,500	22.8	19.3	モウソウチク	1,400	12.3	15.9
9	宝達志水	向瀬	50	W	10	スギ	1,200	27.3	21.3	モウソウチク	3,800	11.7	15.8
10	津幡町	竹橋	21	SE	10	スギ	500	29.6	19.6	モウソウチク	5,900	11.7	13.9
11	津幡町	下河合	135	E	20	スギ	600	33.8	22.2	モウソウチク	5,400	12.6	15.7
12	金沢市	森本岩出	50	NW	30	スギ	1,200	27.2	17.8	モウソウチク	2,200	9.5	12.6
13	金沢市	四十万	270	W	10	スギ	1,100	26.0	17.8	モウソウチク	3,200	11.3	15.3
14	白山市	月橋	300	SW	10	スギ	700	33.9	25.3	モウソウチク	7,700	9.4	14.8
15	白山市	白山	140	W	20	スギ	500	36.6	19.7	モウソウチク	3,400	8.9	14.3
16	能美市	金剛寺	97	SE	25	スギ	500	29.8	15.6	モウソウチク	5,300	10.8	15.1
17	小松市	五国寺	34	NW	5	スギ	400	44.8	26.5	モウソウチク	2,200	11.1	13.3
18	小松市	金平	40	S	15	スギ	400	34.6	25.7	モウソウチク	2,900	12.0	19.3
19	加賀市	菅谷	100	SW	20	スギ	300	51.7	28.1	モウソウチク	1,300	10.5	12.6
20	加賀市	日谷	22	SW	30	スギ	300	41.2	21.7	モウソウチク	7,400	14.2	16.5

鈴木, 2010)。一方で、放置期間の短い竹林では様々な植物が出現することや放置期間の長い竹林でも多数の埋土種子が存在するなど、整備後に周辺の針葉樹人工林や広葉樹二次林の伐採跡地と同等またはそれ以上に植生回復する潜在力を持っていることも指摘されている（小谷・江崎, 2012）。このことから、竹が侵入し長期間放置された針葉樹人工林でも伐採や再生竹の刈り払いなどによる確実な整備によって、広葉樹が更新し公益的機能が回復することが期待される。

そこで、県内20箇所の当事業によるモニタリング調査地において、親竹の伐採とその後の再生竹の刈り払いが植生回復にどのような影響を与えているのか5年間調査を行ったので報告する。

なお、この論文では伐採の対象となった初期の竹を「親竹」とし、親竹伐採後の翌年以降に発生するものを「再生竹」と定義して話を進める。

## II 調査地および調査方法

調査は、石川県内20箇所の侵入竹林整備跡地である（表-1）。針葉樹は50年生前後で、アテ林2箇所、ヒノキ林1箇所以外は全てスギ林である。また、侵入している竹は2箇所がマダケで、残りはすべてモウソウチクである。それぞれの整備跡地は、概ね1ha以上の面積を持つが、そのうち6箇所は未整備の竹林が隣接している。この事業では、1年目に親竹を伐採し2～3年目は再生竹を刈り払っている。ただし、20箇所のうち3箇所においては事業期間終了後も個人で不定期に刈り払いを行っていた。

2012年秋、それぞれの整備跡地の標準的な立地条件の箇所に10m×10mの固定プロットを1箇所設けた。プロット内では、識別の可能な実生の段階から高木性広葉樹および再生竹の本数と高さを調査した。

調査方法として、プロット内を2mメッシュ（合計25枠）に区切り、メッシュごとに樹種別の本数と最大樹高を測定した。さらに10m×10mのプロット内に1m×1mの小プロットを5箇所（原則として、中心と4隅）設け、植生被度とA0層の被覆率を求めた。小プロットでは地上部1.5mの高さで魚眼レンズを用いて全天空写真を撮影(Coolpix4500 & Fisheye Converter FC-E8, 0.21X, Nikon社)し、光環境を把握した。光環境は、撮影した写真から既存の全天空写真解析プログラム CanopOn 2(竹

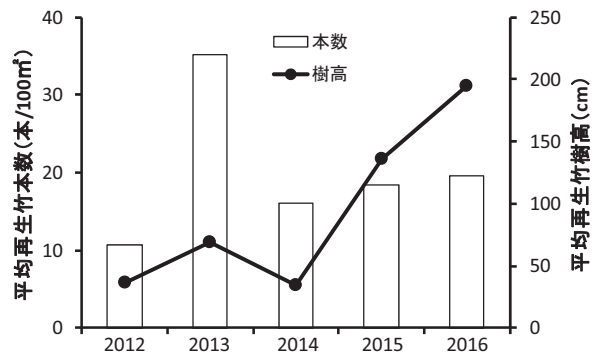


図-1. 再生竹の平均本数と平均樹高の推移

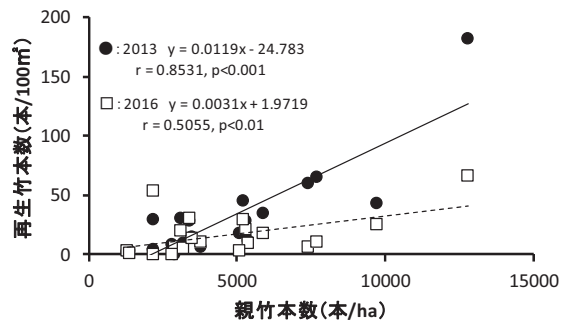


図-2. 親竹本数と再生竹本数の関係

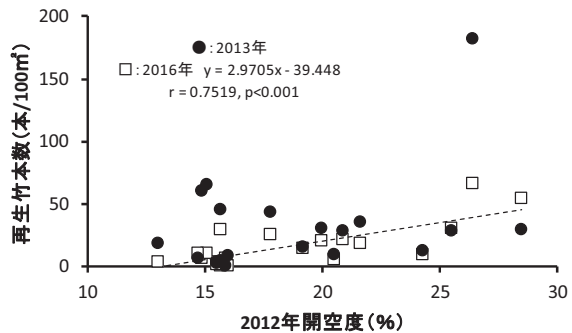


図-3. 2012年の開空度と再生竹本数の関係

中, 2009) を使って開空度として求めた。調査は、2012～2016年の秋に行った。ただし、2012年は場所によって親竹の伐採時期が越年する場合があったため、2013年3月に行った場所もあった。

## III 結果

### 1 再生竹の本数と樹高の推移

図-1は、2012～2016年までの全20箇所の再生竹の平均本数と平均樹高の推移である。親竹の伐採時期が異なるため、2012年は場所により再生竹が未発生の場合があった。再生竹の本数は、2013年に最多となったのち翌年急激に減少し、その後徐々に増加傾向を示した。樹高も2014年に一度減少したのち徐々に増加傾向を示した。場所ごとに、親竹(生竹)の本数と再生竹の本数の関係(図-2)を調べたところ、2013年は2016年に比べて高い相

関がみられ、親竹の本数の多い場所ほど再生竹の本数も多かった。また、2012年の開空度と2013年および2016年の再生竹本数の関係(図-3)を比較したところ、2016年との間で相関が高く、好適な光環境下で再生竹が増加している傾向がみられた。親竹の本数と再生竹の平均樹高の関係は、有意な相関はみられなかった。しかし、隣接に竹林が残っている場所では、親竹の密度の低い場所でも2015~2016年に親竹と同等な樹高を持つ竹が発生する場合が3箇所で見られた。

なお、これらの解析で2015年以降継続的に刈り払いを行っている3箇所を除いても大きな違いはみられなかった。

## 2 広葉樹の種数と本数の推移

プロット内に出現した高木性広葉樹の平均種数と平均本数の推移を図-4に示す。種数は2013年に急増したのち徐々に増加し2015~2016年に頭打ちとなった。また、どの年度も光環境との間に有意な相関はみられなかった。しかし、植生被度との間に関係があり、平均植生被度が高いほど種数が少ない傾向がみられた(図-5)。一方、本数は同じく2013年に急増したのち、やや減少しその後ほぼ同じ本数で推移した。2012年の開空度と2013年および2016年の本数の関係(図-6)を調べると2013年の本数との間で相関関係がみられた。一方、2016年の本数は2016年での再生竹の本数(図-7)や同年での開空度との間で正の相関関係がみられた。

## 3 広葉樹の樹高と光環境の推移

図-8は、高木性広葉樹の平均樹高と平均開空度の経年変化を示している。平均開空度は僅かに減少傾向を示しているのに対し、平均樹高は、2013年に1度減少してのち一貫して上昇傾向を示した。2012年と2016年の平均開空度は相関関係がみられず、2012年に比べ2016年では全体的に低くなる傾向がみられた。平均開空度と広葉樹の平均樹高の間にはどの年においても有意な相関関係はみられなかった。しかし、2015年以降は平均植生被度との間で有意な正の相関関係(図-9)がみられ、植生被度の高い整備跡地ほど広葉樹の樹高が高い傾向がみられた。

## 4 広葉樹の樹種構成の推移

表-2は、2013年(親竹伐採翌年)と2016年での高木広葉樹の出現頻度、平均本数および平均樹高を示している。最も特徴的な傾向として、2013年

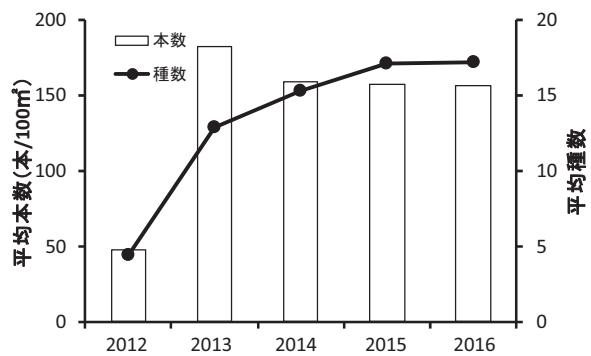


図-4. 広葉樹の平均本数と平均樹数の推移

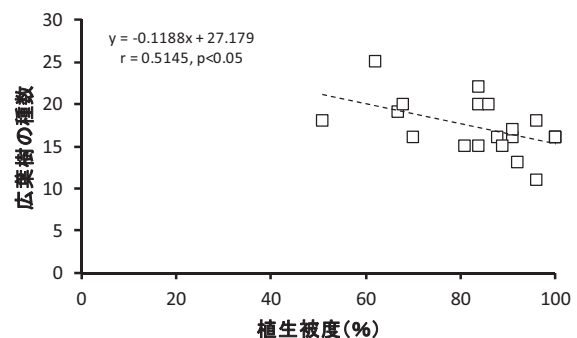


図-5. 植生被度と広葉樹の種数の関係(2016年)

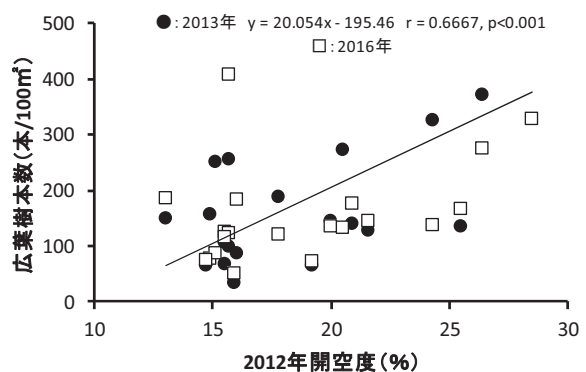


図-6. 開空度と広葉樹の本数の関係

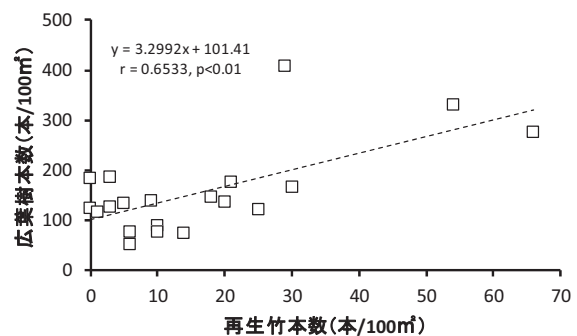


図-7. 再生竹本数と広葉樹の本数の関係(2016年)

に多数を占めていたカラスザンショウとアカメガシワが2016年には1~2割に減少したことである。また、アオハダ、ウワミズザクラ、ヤマザクラなど鳥により散布される樹種が2016年には2013年の2倍以上に出現頻度も本数も増加していた。ブナ科の落葉樹ではクリで約3倍増加しているがコナラ

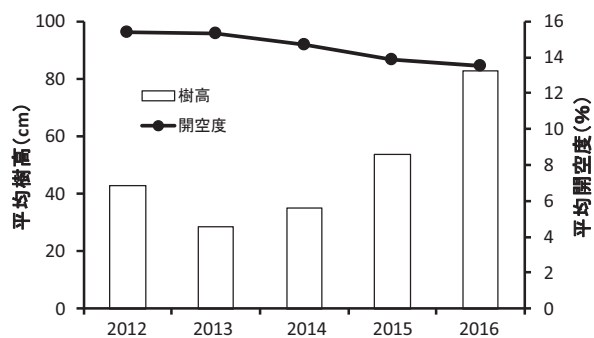


図-8. 平均開空度と広葉樹の平均樹高と推移

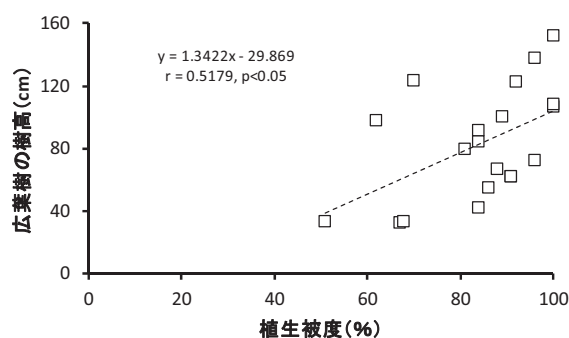


図-9. 植生被度と広葉樹の樹高の関係

の増加割合は少なかった。一方、シロダモ、ウラジロガシ、スダジイなど常緑広葉樹は親竹伐採前から林内に出現していた樹種であるが、2016年に至ってもほとんど変化が無かった。2013～2014年に再生竹の刈り払いが入って、広葉樹も刈り払われているが、樹高はどの樹種も増加していた。

### 5 植生被度とA0層被覆率の推移

図-10は、平均植生被度と平均A0層被覆率の推移を示している。A0層被覆率は、竹の落葉が多くみられたため、元々高いまま推移していたのに対し、植生被度は一貫して上昇傾向を示し2016年には80%に達した。なお、植生被度に占める再生竹の被度の割合は低水準で推移した。2013年の開空度と2013年および2016年の平均被度の関係をみたところ、両者とも有意な相関関係がみられ、明

い整備跡地ほど植生回復が早い傾向がみられた(図-11)。

## IV 考察

### 竹の再生状況

再生竹は、親竹伐採直後に比べ5年後には全体的に本数が減少している(図-1)ことから、再生力が抑制されていることが明らかとなった。再生竹の本数は、初期には親竹の本数と関係が深かった(図-2)ことに對し、5年後には親竹の影響よりも光環境の影響が強くなった(図-3)ことから、刈り払いにより地下茎ネットワークが寸断されたのち、好適な光環境で生き残ったもののみが生育を継続していると考えられる。しかしながら、2年間の刈り払い後の本数や樹高には増加の兆しが

表-2. 広葉樹の樹種構成の変化

No.	樹種	1年後(2013年)			5年後(2016年)		
		出現頻度 (%)	平均本数 (本/ha)	平均樹高 (H)	出現頻度 (%)	平均本数 (本/ha)	平均樹高 (H)
1	シロダモ	90	2,945	57.8	95	2,815	101.0
2	ウラジロガシ	30	450	47.3	30	455	71.3
3	スダジイ	40	320	22.2	40	320	65.4
4	ヤブツバキ	50	340	53.4	55	350	71.4
5	アオハダ	50	310	18.6	<b>80</b>	<b>910</b>	<b>74.7</b>
6	コシアブラ	35	120	47.1	45	200	99.0
7	ウワミズザクラ	35	130	43.2	<b>80</b>	<b>330</b>	<b>101.8</b>
8	ケヤキ	45	170	16.4	<b>55</b>	<b>585</b>	<b>44.7</b>
9	コナラ	45	510	20.5	75	780	44.2
10	ホオノキ	55	180	16	75	230	79.6
11	ヤマザクラ	75	515	18.3	<b>85</b>	<b>1,040</b>	<b>84.5</b>
12	ヤマグワ	60	215	21.2	85	420	83.9
13	クリ	35	80	37.9	<b>65</b>	<b>245</b>	<b>83.0</b>
14	カラスザンショウ	85	5,215	20.6	95	425	89.3
15	アカメガシワ	100	4,430	16.2	100	905	67.5
16	ネムノキ	60	355	13.6	65	370	51.9
17	エノキ	50	275	15.8	80	540	63.4
18	クマノミズキ	40	370	17.5	<b>70</b>	<b>885</b>	<b>101.3</b>
19	オニグルミ	40	125	38.4	45	145	94.8
20	イイギリ	30	220	10.5	55	280	79.0

太字は、2倍以上に増加した樹種を示す

みられる。また、整備跡地に未整備の竹林が隣接している場所では、年数の経過とともに再び竹が侵入してくることも確認された。このことから、整備跡地では状況を十分に把握しながら継続した監視が必要であると考えられる。

### 広葉樹の更新に与える影響

高木性広葉樹は、時間の経過と共に平均種数は増加傾向を示し、平均本数も親竹伐採後急増し、その後大きな減少傾向はみられなかった(図-4)。また、平均樹高も刈り払い期間には減少したものの、その後一貫して増加傾向にあった(図-8)。この要因として、まず親竹伐採後の光環境の悪化がそれほど進んでいない(図-8)ことが考えられる。このことから、親竹伐採は広葉樹の更新に好適な光環境であったと考えられる。種数が親竹伐採後ばかりでなく刈り払い後も継続して増加傾向を示したのは、埋土種子のパイオニア樹種だけでなく、鳥散布型の樹種が継続的に増加したためと考えられる(表-2)。2014年に本数が減少したのは、親竹伐採後に爆発的に発生したカラスザンショウやアカメガシワといったパイオニア樹種が刈り払いの影響や光不足により減少した(表-2)ためと考えられる。光以外の要因で、平均植生被度が低い整備跡地ほど種数が多かった(図-5)のは、草本や低木など競争相手が少ないほど更新に有利であったためと考えられる。初期には好適な光環境下ほど、多くの広葉樹が更新する傾向が顕著であった(図-6)が、5年後には刈り払いの抑圧から解放され徐々に増加傾向にある再生竹との間で光環境をめぐる競争状況が生じている(図-7)ことも今後注意する必要があると考えられる。樹高において、種数とは逆に平均植生被度が高いほど成長が良好であった(図-9)ことについても、現状の好適な光環境下で競合状況にあることを示していると考えられる。

### 広葉樹の樹種構成の変化

親竹伐採直後には、カラスザンショウやアカメガシワなどのパイオニア樹種が増加している。これは、針葉樹人工林の間伐地(小谷, 2011)や皆伐地(小谷2009)などと同様な傾向である。しかし、5年後にはこれらのパイオニア樹種は大幅に減少し、アオハダ、ヤマザクラ、ウワミズザクラなど鳥散布型やブナ科の落葉樹のクリの増加が著しい(表-2)のは注目すべき点である。また、常緑広葉樹では伐採前からの前生樹と思われるシロダモ

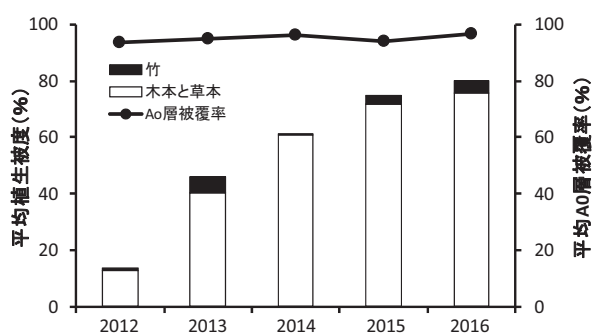


図-10. 平均植生被度と平均 A0 層被覆率の推移

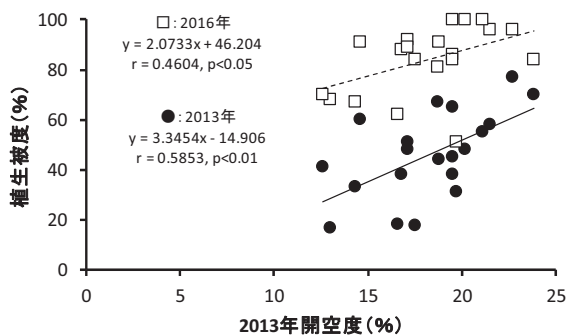


図-11. 開空度と植生被度の関係

やウラジログアシなども本数が維持されている(表-2)のも特徴的である。パイオニア樹種は上木が残る光環境下では多少光不足であるか、または刈り払いに弱いことが考えられる。それ以外の樹種は、パイオニア樹種に比べて耐性を持つかあるいは刈り払いと同時期ないしはそれ以降に更新しているものが多数存在していると考えられる。これらのことより、伐採後、周辺広葉樹林の構成樹種が徐々に増加し多様な樹種構成に変化している傾向がみられる。

### 下層植生と A0 層の被覆率の変化

水源涵養機能や土砂流出防止機能など公益的機能の指標として、下層植生や林床の A0 層の変化も整備後の重要な注目点である。今回の結果では、植生被度は親竹伐採後一貫して増加傾向を示し、5年後には平均で80%に達している(図-10)。石川県の40箇所の手入れ不足人工林に対する強度間伐後5年間の下層植生被度の回復状況(小谷ら2012)と比較すると、同程度もしくはそれ以上の速さで回復していた。開空度との間に関係がみられた(図-11)ことから、比較的安定した光環境が植生回復に好影響を与えた可能性が考えられる。皆伐された竹林は、放置された竹林に比べ降雨による地表流が5分の1に減少し、浸食土壌量も3分の1程度に減少するが、これには林床植生の有無が影響しているとされている(豊原ら, 2005)。また、

針葉樹人工林では植生被度が50%前後に達すれば被度20%前後の土砂流出量の1%程度に抑えられる(小倉・小谷, 2008)とされている。このことから、多くの整備跡地で機能が回復していると考えられる。A0層の被覆率も機能に関係することが指摘されている(服部ら, 1992)。今回の結果では、整備直後から高い値で推移していることから、機能の変化に大きな影響を与えていないかもしれない。

以上のことから、針葉樹林内に侵入した竹の整備の結果、竹の再生力を弱めることは可能であった。しかし、刈り払い後徐々に勢いを取り戻している場所もあり、更なる刈り払いが必要な場所もあった。反面、高木性広葉樹の更新が進んでおり、多様な樹種構成となっている。植生被度の急速な高まりによって公益的機能も順調に回復していることが示唆された。

### 引用文献

- 藤井義久・重松敏則(2008) 継続的な伐竹によるモウソウチクの再生力衰退とその他の植生回復。ランドスケープ研究71: 529-534.
- 藤井義久・重松敏則・西浦千春(2005) 北部九州における竹林皆伐後の再生過程。ランドスケープ研究68: 689-692.
- 服部重昭・阿部敏夫・小林忠一・玉井幸治(1992) 林床被覆がヒノキ人工林の浸食防止に及ぼす影響。森林総合研究所研究報告36: 2-33.
- 日浦啓全・有川 崇・ドゥラ ドゥルガ ハバドゥール(2004) 都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性。Journal of the Japan Landslide Society 41: 1-12.
- 石田弘明・服部 保・今西朋子・加藤 文・高比良 響・豊木麻由・山田真紀子・山崎香陽子(1999) 三田市フラワータウンにおけるモウソウチク林の皆伐後の植生動態。人と自然10: 29-40.
- 小谷二郎(2007) スギ人工林における木本種の埋土種子数と種構成。石川県林業試験場研究報告39: 59-64.
- 小谷二郎(2009) 多雪地帯のスギ人工林皆伐跡地において標高の違いが木本種の定着に与える影響。森林立地51: 69-76.
- 小谷二郎(2011) 林分管理および立地環境が針葉樹人工林内の広葉樹の更新に与える影響。石川県林業試験場研究報告43: 1-4.
- 小谷二郎・江崎功二郎(2012) 放置期間の違いが竹林の下層植生の発達に与える影響。森林立地54: 19-28.
- 小谷二郎・矢田 豊・小倉 晃(2012) 環境林モニタリング調査事業(第3報)。石川県農林総合研究センター林業試験場、平成24年度業務報告50: 13-14.
- 小倉 晃・小谷二郎(2008) 林種および下層植生被度が異なる人工林の土壌流出量。石川県林業試験場研究報告40: 27-28.
- 瀬嵐哲央・丸真喜子・大森美紀・西井武秀(1989) 竹林群落の構造と遷移の特性—雑木林の竹林化—。金沢大学教育学部紀要(自然科学編)38: 25-41.
- 重岡廣男(2011) 放置竹林内の下層植生と光環境について。技術報告16(静岡大学): 15-16.  
<http://hdl.handle.net/10297/5571>.
- 鈴木重雄(2010) 竹林は植物多様性が低いのか?。森林科学58: 11-14.
- 鈴木重雄・菊池亜希良・中越信和(2008) モウソウチク稈の除去後に再生した植生の構造と種組成。景観生態学12: 43-51.
- 竹中明夫(2009) 全天写真解析プログラム CanopOn 2. <http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/>.
- 鳥居厚志(2006) 竹林の分布拡大の現状とその背景。林業と薬剤175: 18-27.
- 鳥居厚志・井鷲裕司(1997) 京都府南部地域における竹林の分布拡大。日本生態学会誌47: 31-41.
- 豊原裕子・土屋 智・逢坂興宏(2005) 密度の異なる竹林試験区における地表流出と土壌浸食。中部森林研究53: 213-216.
- 山口 修・井上升二(2004) モウソウチクを主とするタケ類の里山への侵入と照葉樹林への参入。兵庫教育大学研究紀要24: 81-94.