

# 小型建設機械を用いたマツ林地かき施業の有効性

八島武志・小谷二郎・角 正明

**要旨：**マツ林、とりわけ山地のアカマツ林では、マツノザイセンチュウによるマツ枯れや広葉樹の侵入による混交林化によりアカマツが衰退し、マツタケなど菌根菌の発生量が減少している。アカマツ林の整備は除伐や地かきが作業の中心であるが、重労働であること、人力での作業が中心となることから森林所有者が自力で整備するにしても、林業事業者が実施するにしても人件費等が負担となっていた。本研究では通常森林整備には用いられない小型建設機械（以下、小型建機という）を改良し、アカマツ林整備の効率化について実証した。結果、小型建機による地かき作業は有用であることが明らかとなった。

**キーワード：**アカマツ、菌根菌、地かき、小型建設機械

## I 目的

アカマツ林はマツノザイセンチュウによるマツ枯れ等により減少傾向にあり、それに伴いアカマツ林で採取されるマツタケなどの菌根菌も減少している。

菌根菌の発生を促進するために実施されるアカマツ林の環境整備は除伐と地かきが中心であるが、林内環境により除伐する木と残す木を選別する必要があるため、高性能林業機械での作業には不向きである（マツタケ研究懇話会，1983；長野県特用林産振興会，2009）。よって、整備は人力で行われることが多く、特に地かき作業は重労働であり、森林所有者が自力で整備するにしても、林業事業者が実施するにしても人件費等が負担となっていた。そのため、県内で行われるマツ林整備はボランティア活動として行われることが多い（図-1）。

本研究では小型建機を用いることにより、少ない人員でも効率的に、確実に地かきを実施できるか実証試験を行い、森林所有者に提示することで、未整備林や菌根菌の発生を促す森林の整備を促進することを目標とする。

## II 調査地の概要および調査方法

### 1 調査地の概要

#### 1) 調査地

石川県七尾市中島町横見地区にあるアカマツ林にて試験を実施した。南西向き斜面に位置するアカマツ林にはマツタケ、アミタケなどの菌根菌が発生している。尾根の平坦地にもアカマツ林があるが、広葉樹が繁茂しており林内が暗いこと、腐植の堆積が進んでいることから現状では菌根菌の発生は見られない。しかし、発生林側からシロ

が広がりつつあり、環境整備することで菌根菌の発生が期待されるため、この尾根のアカマツ林において調査区を2箇所設定した。調査区は除伐強度を弱めと強めに設定し、あわせて整備を行わない対照区も設定した。



図-1 ボランティアによるアカマツ林整備

上：伐採木の搬出、下：地かき

## 2 調査方法

### 1) 調査区の毎木調査

調査区内で樹高 2.0m 以上の樹木についてラベルを打ち、胸高直径 (DBH) と樹種を調査した。下層植生については優占種と被度を 2015 年 10 月の時点で調査した。また、調査区内概ね 10m 間隔で腐植層の厚さを測定した。

### 2) 小型建機の稼働状況調査

各調査区内の除伐、地かき、搬出に要した建機の稼働時間、作業員の作業内容と従事した時間を記録した。

### 3) 機械によるアカマツ林整備状況調査

調査区内の草本及びかん木類は刈払した。除伐については、光が入りすぎると林分が草地化するため、機械の通行に支障となるもの、複数株立ちしているものから除伐した。

除伐弱めの調査区は、急激な林内環境の変化を避けるため低木層の除去を重点的に行い、伐採本数を少なめにした。強めの調査区は、広葉樹の伐採本数を多くした。

地かきは機械を使用した場合の施業の出来栄を、腐植が除去されて表土が露わになっているかを目視で確認した。

## 3 小型建機の選定

### 1) 機械の選定基準

菌根菌の発生を促す目的でのマツ林整備で人力と機械との長所及び短所を表-1 に示す。放置されたアカマツ林には腐植が堆積し、そこには様々な植物の根が絡まり合っており人力で掻き取るにはかなりの重労働である。しかし、機械ではこのような重労働を簡易に行うことが期待される。

表-1 人力と機械の長所短所

人力	建機
場所を選ばない 除伐、地かきの程度を調節できる	場所を選ぶ 履帯による地表面の攪乱 特別講習の受講が必須
根が密生していると作業が困難 重労働である	腐植層に繁茂する根の切断が容易 労力が軽減される

前述のとおり、本研究では小型建機を利用することで、人力と機械の双方の利点を活かすことを目的としており、この点を考慮して機械の選定を行った (表-2)。

表-2 各社の小型建機の比較検討

機種	KOMATSU PC01	KOMATSU PC05	KOBELCO SK005	CAT 005	KUBOTA U-008
バケット容量	0.008m <sup>3</sup>	0.011m <sup>3</sup>	0.007m <sup>3</sup>	0.011m <sup>3</sup>	0.013m <sup>3</sup>
全幅	580mm	690mm	580mm	690mm	860mm
機械質量	300kg	500kg	550kg	500 kg	890kg
接地圧	16.7kPa	18.3kPa	23.6kPa	-	-
登坂能力	25°	30°	30°	30°	30°
旋回半径	850mm	960mm	1,060mm	960mm	1,250mm
燃料	ガソリン	軽油	軽油	軽油	軽油

小型建機は各メーカーから製造されているが、選定では次の点に特に留意した: (1) 人が歩く程度の幅で走行できること; (2) 立木の間の腐植を掻き取るため旋回半径が小さいこと; (3) 地表への攪乱をおさえるために接地圧が小さいこと; (4) 軽トラックでの輸送が可能であること。以上の点を考慮し、KOMATSU 社製 PC01 を選定した (図-2)。

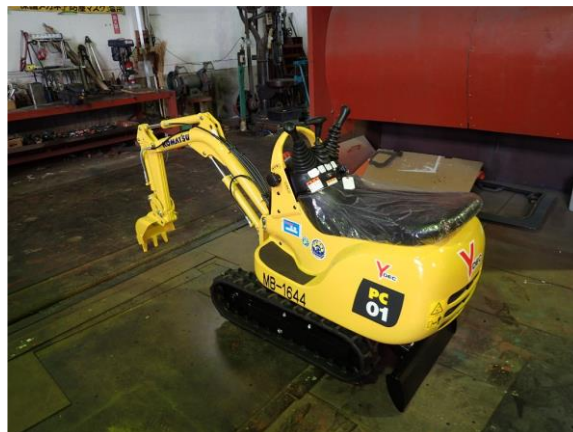


図-2 KOMATSU 社製 PC01



図-3 地かき用に加工したバケット  
両端の2本が根切用の爪、中央は受け皿

PC01 について、株式会社ヨシカワの協力を得て、バケットに地かき用の爪を取り付けた (図-3)。この爪はバケットで表土まではぎ取ることを防ぐ

とともに、支障となる根の切断、掻きとった腐植の集積の効果を期待して作成した（株式会社ヨシカワ、2015）。

### III 結果と考察

#### 1) 調査区の毎木調査

各調査区の植生調査の結果を表-3、表-4に示す。2箇所の調査区どちらもアカマツ、ソヨゴ、ヒサカキ、コナラ、マルバマンサクが主な構成樹種であった。下層植生はヒサカキ、ネジキ、ワラビが優占していた。腐植層の厚さはどちらの調査区も平均して約6cmであった（表-5）。

表-3 植生調査結果（除伐 弱め）

施業区分	樹種	本数	平均 DBH	伐採	残置	構成比 (伐採前)	構成比 (伐採後)
弱度	ソヨゴ	102	7.3	4	98	36.2	37.8
	マルバマンサク	49	3.2	5	44	17.4	17.0
	アカマツ	32	15.5	1	31	11.3	12.0
	コナラ	26	10.1	2	24	9.2	9.3
	ヒサカキ	18	3.1		18	6.4	6.9
	リョウブ	16	3.2	2	14	5.7	5.4
	ネジキ	11	3.5	1	10	3.9	3.9
	ナツハゼ	9	2.4	3	6	3.2	2.3
	サワフタギ	8	2.9	1	7	2.8	2.7
	アベマキ	6	10.5	3	3	2.1	1.1
	クリ	3	7.6	1	2	1.1	0.8
	ネズミサシ	2	8.4		2	0.7	0.8
計		282		23	259	100.0	100.0
伐採率			8.2				

低木層	
種名	被度
ヒサカキ	25%
ユキゲニミツバツツジ	10%
リョウブ	5%
ネジキ	5%
ハイイヌツゲ	+
ソヨゴ	+
ヤマウルシ	+

草本(1m以下)	
種名	被度
ワラビ	10%
イワカガミ	5%
クリ	+
リョウブ	+
ソヨゴ	+
サルトリイバラ	+
ヤマウルシ	+
コシアブラ	+
ススキ	+
ツルアリオシ	+
サワフタギ	+
ウラジログシ	+
ツルリンドウ	+
スタジイ	+
ツルシキミ	+
ヤブツバキ	+
ミヤマガマズミ	+
タムシバ	+

表-4 植生調査結果（除伐 強め）

施業区分	樹種	本数	平均 DBH	伐採	残置	構成比 (伐採前)	構成比 (伐採後)
強度	ソヨゴ	85	7.9	9	76	42.5	43.7
	アカマツ	38	15.9	2	36	19.0	20.7
	ヒサカキ	31	3.5	5	26	15.5	14.9
	マルバマンサク	20	4.4	7	13	10.0	7.5
	コナラ	11	14.2		11	5.5	6.3
	ネジキ	11	3.4	2	9	5.5	5.1
	ネズミサシ	2	4.8	1	1	1.0	0.6
	マルバアオダモ	1	4.4		1	0.5	0.6
	ミヤマガマズミ	1	1.6		1	0.5	0.6
計		200		26	174	100.0	100.0
伐採率			13.0				

低木層		草本(1m以下)	
種名	被度	種名	被度
ネジキ	10%	ワラビ	5%
ヒサカキ	5%	ユキゲニミツバツツジ	5%
マルバマンサク	+	ツルシキミ	+
ユキゲニミツバツツジ	+	コシアブラ	+
ソヨゴ	+	アベマキ	+
エゾヅリハ	+	ヤマウルシ	+
ヤマウルシ	+	ソヨゴ	+
		アオハダ	+
		チゴユリ	+
		サルトリイバラ	+
		ノブドウ	+
		ツルアリオシ	+
		ネジキ	+
		スタジイ	+
		ツルリンドウ	+
		サワフタギ	+
		ナンキンナナカマド	+
		ミヤマガマズミ	+
		クリ	+
		ウラジログシ	+
		ヒサカキ	+
		マルバアオダモ	+
		コナラ	+
		ハイイヌツゲ	+

表-5 腐植層の厚さ

施業区分	最小	最大	平均
弱度	4.0cm	9.0cm	6.05cm
強度	2.0cm	10.0cm	6.08cm

調査区へは、作業道まではクレーン付き 2tトラックで運搬し、そこから約 500m 自走した。歩道の幅員は概ね 90cm 程度、傾斜はもつとも急な所で約 19 度であった（図-4）。

#### 2) 機械の稼働状況調査

調査区 2 箇所の整備に要した作業時間をもとに 1,000m<sup>2</sup> 当たり作業経費を算出した（表-6、表-7）。労務費は平成 27 年 2 月適用の公共工事設計労務単価（国土交通省、2015）を用いた。資材単価は石川県が定める単価を用いた。

機械経費については森林保全整備事業建設機械経費積算要領（日本治山治水協会・日本林道協会、2015）に示された建設機械損料算定表の(15)欄、供用日換算値を用いた。



図-4 調査地へ至る歩道  
上：幅員 90cm 前後、下：傾斜約 19 度

結果、1000m<sup>2</sup>当たり整備費用は除伐弱めでは363千円、強めでは445千円となった。強めの方が機械稼働時間が多かったために金額が増えたものと思われる。平成24年度に珠洲市の県有林で人力による除伐、地かきを実施したときの1000m<sup>2</sup>当たり整備費用を表-8に示す。地形や整備規模等の条件が異なるため参考ではあるが、弱めの場合は44%、強めの場合は32%のコスト低減となった。

表-6 作業経費（除伐 弱め）

区分	日数/数量	単価	経費	備考
PC01運転	5.71	19,700	112,487	特殊作業員
運搬車運転	1.29	19,700	25,413	特殊作業員
チェーンソー	1.14	12,600	14,364	特殊作業員
伐採木片付	6.7	12,600	84,420	軽作業員
腐植搬出	1.16	19,700	22,852	軽作業員
PC01賃料	12	1,440	17,280	建設機械損料算定表(15)欄
運搬車賃料	6	1,900	11,400	建設機械損料算定表(15)欄
ガソリン	20.5	128	2,624	
混合油	0.7	140	98	
チェーンオイル	0.4	430	172	
小計			291,110	A=400m <sup>2</sup>
1000m <sup>2</sup> 当たり換算			364,000	千円未満四捨五入

表-7 作業経費（除伐 強め）

区分	日数/数量	単価	経費	備考
PC01運転	6.29	19,700	123,913	特殊作業員
運搬車運転	1.86	19,700	36,642	特殊作業員
チェーンソー	2.19	12,600	27,594	特殊作業員
伐採木片付	6.2	12,600	78,120	軽作業員
腐植搬出	2.9	19,700	57,130	軽作業員
PC01賃料	12	1,440	17,280	建設機械損料算定表(15)欄
運搬車賃料	6	1,900	11,400	建設機械損料算定表(15)欄
ガソリン	16.5	128	2,112	
混合油	1.3	140	182	
チェーンオイル	0.7	430	301	
軽油	13.5	104	1,404	
小計			356,078	A=351m <sup>2</sup>
1000m <sup>2</sup> 当たり換算			445,000	

表-8 作業経費（人力）

区分	日数/数量	単価	経費	備考
下刈り作業	53.0	19,700	1,044,100	特殊作業員
チェーンソー	5.0	19,700	98,500	特殊作業員
地かき	44.0	17,000	748,000	普通作業員
地かき	98.5	13,800	1,359,300	軽作業員
小計			3,249,900	A=5,000m <sup>2</sup>
1000m <sup>2</sup> 当たり換算			650,000	

### 3) 機械によるアカマツ林整備状況調査

整備前後のアカマツ林の全景を図-5、図-6に示す。庇蔭のための広葉樹を残しながら、堆積していた腐植層(図-7)の除去ができ、表土が露わになった。



図-5 整備前後のアカマツ林（除伐 弱め）  
上：整備前、下：整備後



図-6 整備前後のアカマツ林（除伐 強め）  
上：整備前、下：整備後

履帯による地表の攪乱はほとんど見られなかった。作業前に機械の動線を確認しておき、腐植層の上を移動しながら地かきしていくことで、さらに攪乱を抑えることができた。

地かき作業中に樹木の根が支障となるが、直径25mm程度の根でも切断することができた（図-8）。バケットの爪を両脇の2本だけにして爪と爪の間隔を広くすることで、アカマツなどの切断したくない根を残すことができた。

これらの結果から、小型建機はアカマツ林整備に有効であると考えられ、森林の傾斜等機械の適用範囲や整備後に林内のきのこ相がどのように変化してくか、アカマツの実生苗が成長していくか引き続き調査する必要がある。

ただし、運転には「小型車両系建設機械（整地・運搬・積込み用及び掘削用）の運転の業務に係る特別教育」の修了が必須であること、単独での施業は万一の事故の際に危険であることから、普及に向けてはこれらの点を十分に考慮し、施業指針を策定する必要がある。



図-7 堆積した腐植層の除去後



図-8 バケットに付けた爪で切断された根

また、以前に菌根菌が発生していたアカマツ林を整備する際には腐植を若干残すよう注意が必要であるが（藤原，2011）、小型建機による施業では腐植層を全て掻き取ってしまうため、環境に応じた腐植層の除去に工夫が必要である。

#### IV 謝辞

本研究の実施にあたり、日本水光林業株式会社の澤田氏には調査地の選定にご協力いただきました。株式会社ヨシカワの吉川義一代表取締役社長ならびに谷内千代美執行役員営業統括部林業推進部長には機械の提供、改良に多大なるご支援をいただきましたこと深く感謝いたします。

## 引用文献

キャタピラー ジャパン株式会社 (2016) 製品. 油圧ショベル 005 :

[http://www.cat.com/ja\\_JP/products/new/equipment/excavators/mini-excavators/1000000476.html](http://www.cat.com/ja_JP/products/new/equipment/excavators/mini-excavators/1000000476.html)

2016. 5. 17 12:34 閲覧

藤原儀兵衛(2011) マツタケ山づくりのすべて 生産技術全公開. 全国林業改良普及協会: 134-147.

コベルコ建機株式会社(2016) 製品情報. SK005-5 :  
<https://www.kobelco-kenki.co.jp/products/minishovel/SK005-5.html>

2016. 5. 17 12:34 閲覧

国土交通省 (2015) 平成 27 年 2 月から適用する公共工事設計労務単価について :

[http://www.mlit.go.jp/report/press/totikensan\\_gyo14\\_hh\\_000486.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/totikensan_gyo14_hh_000486.html)

2016. 5. 17 12:34 閲覧

株式会社 小松製作所 (2016) 穴掘りドットコム. ミニ建機の紹介 :

<https://www.anahori.com/product/index.html>

2016. 5. 17 12:34 閲覧

株式会社クボタ (2016) 製品情報. U-008 :

[http://www.kenki.kubota.co.jp/product/m\\_backhoe/u008/index.html](http://www.kenki.kubota.co.jp/product/m_backhoe/u008/index.html)

2016. 5. 17 12:34 閲覧

マツタケ研究懇話会 (1983) マツタケ山の作り方. 創文: 36-58.

長野県特用林産振興会 (2009) 誰でもできるマツタケ増産施業のポイント「つくるマツタケへ」. 長野県林業総合センター

一般社団法人 日本治山治水協会・日本林道協会 (2015) 治山林道必携 (積算・施工編) 平成 27 年版: 1047-1404.

株式会社ヨシカワ (2015) パワーショベルのバケツ. 実用新案登録第 3200353 号.