

## 草地保全活動に伴う木質系バイオマスによる堆肥生産試験

山場淳史<sup>1)</sup>・白川勝信<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 広島県立林業技術センター・<sup>2)</sup> 高原の自然館

### An Experiment on Compost Production from Woody Biomass By-products, through the Management of a Secondary Grassland for Nature Conservation

Atsushi YAMABA <sup>1)</sup> and Katsunobu SHIRAKAWA <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Hiroshima Prefectural Forestry Research Center, 168-1 Toukaichi-machi, Miyoshi 728-0015 and

<sup>2)</sup> Natural Museum of Geihoku, 119-1 Higashi-Yawatabara, Kitahiroshima-cho, Hiroshima 731-2551

**Abstract :** Chipping and composting woody slash products through voluntary activities for the conservation of secondary grassland was demonstrated to examine the possibility to utilize woody biomass to compost. In the chipping stage, the operating efficiency of arranging and carrying in a chipper-shredder was quantified, and the standard yield of woody chips was defined. In the composting stage, the process of operation to promote degradation was recorded. The quality of the chip compost turned out to be appropriate for composts for use in conventional agriculture. As the result, these examinations of woody biomass were considered useful for encouraging the conservation activity and resource recycling in the secondary grassland.

©2007 Kitahiroshima-cho Board of Education, All rights reserved.

### はじめに

中国山地における多くの草地は、二次草地や半自然草地と呼ばれ、人間による利用・管理の下に成立してきた生態系である。しかし、主に農業形態の変化により、1960年代以降、草地の面積は急速に減少し、生物多様性も失われつつある(中越 1999)。このため、草原の持つ景観や生物多様性などの地域資源、環境資源としての観点から、保全管理体系の確立が求められている(高橋・内藤 1997)。社会的には1995年から「全国草原シンポジウム・サミット」が継続的に開催されており、主要な保全活動拠点間の連携体制が形成されるとともに、草地の問題を一般市民に主張する活動が続けられてきた(高橋 2002)。さらに最近では、高い生産性を持つススキなどの長大草本については、木質系資材と同様に多面的資源利用への関心も高まってきた(高橋 2007)。

一方で、二次草地を保全するための火入れや刈取等の具体的な方法の提案はされてきたものの、それを行うための社会的枠組みにはあまり関心が払われてこなかった(内藤・高橋 2002)。そもそも、草地の減少や質的低下は、草地を維持してきた社会システムの変質や崩壊が主な原因であり、草地保全のためには、社会システムをどのように再編・構築するかを考える必要がある(鎌田 1999)。この観点は、

伝統的な文化や技術の維持という側面も含め、各地に散在する比較的小規模な面積の草地を保全するための方策（小路 2003）を講じるうえでも重要である。しかしながら、過疎化・高齢化が進行する山間地域においては、社会システムの基盤となる人的資源が決定的に不足しており、草地保全のための社会システム再構築は決して容易ではない。そのため、都市住民ボランティアの参加（山内・高橋 2002）に代表される「よそ者」（鬼頭 1999）を受け入れることや、伝統的に行われてきたわけではない手法（津田ほか 2002）を用いるなど、それぞれの地域特性に即した新たな管理形態を構築することが各地に残された草地を保全するための共通課題となっている。

こうした新たな管理形態を機能させるためには、人的資源と管理規模の均衡を見極めるとともに、植生管理本来の目的とそれを達成するために行われる具体的作業とのつながりを明確にすることが必要である（倉本・麻生 2001）。そのためにも、作業に係わる客観的・実証的な情報を提供することが求められている（高橋 2002）。

北広島町東八幡原千町原草地では、地元住民と都市住民ボランティアの協働により、草地の景観維持、生物多様性の保全を目的とした樹木伐採と草刈りの作業が 2004 年から毎年続けられている。この活動に伴って発生する伐採木を、農業部門においてバイオマスとして活用するために、現地における粉碎と堆肥の生産を行った。本稿では、これら二つの作業に係る内容、作業量および成果について報告するとともに、草地保全活動を中心とした地域資源循環システムへの発展の可能性についても言及する。なお、本稿における「バイオマス」とは、「ある一定量集積した動植物を起源とする有機性資源」（日本エネルギー学会 2002）を意味し、生物学・生態学分野での用語と区分して使用する。

## 対象地域と活動の概要

### 1. 対象地域の概要

対象地域は、広島県北西部の山県郡北広島町八幡地区に位置し、臥竜山（標高 1,223.4m）北側の麓、標高 800～810m の区域に凹地として広がる千町原である（図 1）。千町原は、1941 年に旧帝国陸軍に買収され、第二次世界大戦終結まで演習地として利用された後、開拓予定地を經由して、1964 年から大規模草地改良事業による牧場用地、1980 年代の公園用地として整備造成が行われるなど、時代ごとの社会経済的背景の下で人為の影響を強く受けてきた（芸北町 1976、中国新聞社 1986、白川・中越 1998、吉野・白川 2005）。

千町原の植生の概観としては、周辺山地からの流水・湧水による中央部の湿地に成立するハンノキ・ヤマザミ群落と小水路内の浮葉植物群落、その周辺部のヌマガヤ・ヤマザミ群落とヨシ群落、さらにその周辺に放棄牧草草本群落が広がっており（写真 A）、今後放置すれば、湿潤な部分はハンノキ林およびヨシ群落、周辺は乾燥した放棄牧草地群落というように単純化すると予測されている（白川・中越 1998）。八幡地区全体でも、過去 40 年間の植生の変化として特徴的なのは、草地の減少とマツ林の成立であることが指摘されている（渡辺ほか 2003）。東八幡原では、草原の樹林化により、生息する鳥類の種が草原性から森林性へ移行するというような変化も確認されている（上野 2006）。

一方、千町原を取り巻く社会的環境としては、最も変化の激しかった 1960 年代以降の八幡地区の社会システムの変容を詳細に調査した古川（1981）によれば、八幡地区の社会関係の側面として、近隣と親類の密な相互交流の上に、それを貫く世代ごとの強力な「つきあい」関係があり、また社会集团的

側面として、学校や振興会を中心とした地区全域にまたがる集団の存在が特徴的であり、これらによって1960年代から1970年代の急激な人口減少と社会の変化に対応してきたとされている。しかしながら、現在の社会システムでは地区内の自然環境の保安全管理を担うのは困難になってきていると考えられる。八幡地区全人口405人のうち65歳以上の高齢者は187人(46.2%)であり(2005年1月31日現在、北広島町芸北支所資料による)、高齢化がかなり進行していると同時に、産業別人口においても第一次産業が最も多い一方で、若年層は第二・三次産業従事者が多く、後継者不足が深刻な状況となっていることが推察されるためである。

## 2. 草地保全活動の経緯

千町原の草地保全については、一部の地域住民や専門家の間では話題になっていたが、上述のとおり、地区内の社会システムだけで草地保全を目的とした草木の刈取作業を行うのは困難な状況であった。そこで、八幡地区住民有志に西中国山地自然史研究会ほかの団体・組織が協力しつつ、都市部からも積極的に作業ボランティアを受け入れる体制を高原の自然館が調整することで刈取作業の行事化が実現した。

これにより、2004年11月23日に最初の作業が地区内外の43名の参加により実施された。作業内容には、刈払機による草本の刈取とチェーンソーによる立木の伐採があり、これらの作業は機械の持参者または機械習熟者に限定して行われた。残りの大部分の参加者は、刈取・伐採した草本や木本を収集し、場合によっては手鋸などで整理し、指定の場所に集積する作業を行った。

ススキなどの草本については、一部は軽トラックに集積し、畑の堆肥として活用されたが、刈取ったほとんどの材は、現地に堆積された。このため、特に伐採木の集積・活用の方法が課題のひとつとなり、その解決策として現地破碎処理による減容化とその後の堆肥化を2005年の作業において試験的に導入することとなった。

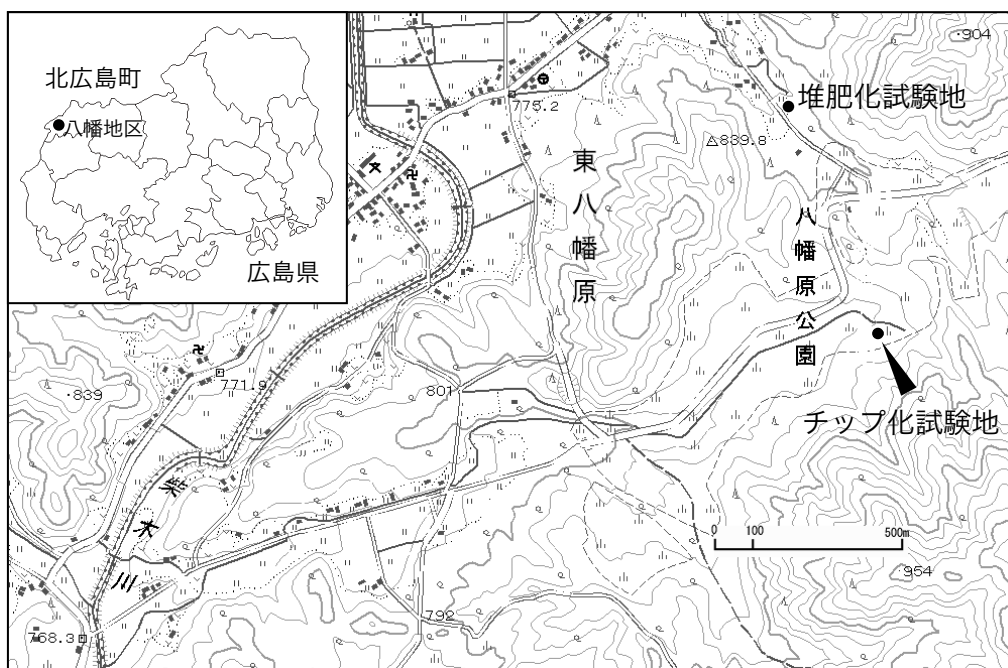


図1 北広島町八幡千町原および試験地位置図

### 3. 対象とする刈取作業の概要

本研究では、2005年11月20日午前9時30分から行われた第2回目の刈取作業およびそれに付随する作業を対象として、実証試験を行った。

刈取作業への参加者は計66名で、このうちの8名が本研究に係わる作業を行った。その他の作業分担別人数は、刈払機による草刈り班12名、チェーンソーによる伐採班8名、収集・整理班32名、食事班3名、本部・記録3名であった。

なお、参加者66名のうち北広島町外居住者は50名(75.8%)であり、都市部である広島市内からの参加者がその過半数を占めた。

## 方 法

### 1. 木材の破碎作業

破碎処理および処理量の定量化は、重量計測・記録班4名、チップパーシュレッタ・オペレーター2名、トラック運転手2名により、次の手順によって行った。また、当日の作業行程に従い、測定は5回(ST 1:10:00~11:00, ST 2:11:00~12:00, ST 3:13:00~13:30, ST 4:13:30~14:15, ST 5:14:15~15:20)に分けて行われた。なお、伐採された樹種は大半がハンノキで、カラコギカエデ、カンボク、アカマツなどが混入した。本研究では樹種による含水率の差異については精査せず、破碎処理後に堆積する過程で混合されたチップを試料として用いた。

粉碎処理する前の伐採木について生重を計測した。計測にあたっては伐採木を主幹と枝に分け、長さ1.5m程度に切りそろえて束にしたものをフォースゲージ(SIMPO社製 FGN-50)で計測(単位:kg;小数点第1位まで)した(写真B)。生重の計測については、破碎作業全体の効率化を図るため、ST 1およびST 2のみ行った。

木材の破碎のために、チップパーシュレッタ(新ダイワ工業CSD250-DC,写真C)を使用した。このチップパーシュレッタは最大出力35馬力のディーゼルエンジンを搭載し、チップパー刃による破碎方式で最大処理径165mm、チップサイズ5~15mmが可能であり、処理されたチップをダクトからトラックの荷台などに直接排出する装置を備えていることから、当日の作業および本研究における目的に適した機種であると判断した。生重の測定が終わった伐採木の束は、分解してチップパーシュレッタに投入・破碎し、軽トラックの荷台にチップを排出・堆積した(写真D)。チップ生産量は、軽トラックの底面積に堆積したチップの高さを乗じた荷台の容積とした。ただし、ST 4およびST 5については、軽トラックの到着が遅れ、処理されたチップの堆積が間に合わなかったことから、現地に野積みで堆積したのち、直方体に成形し、その体積を測定することにより計算した。

ST 2, ST 3, ST 5での破碎処理が終了した時点において、チップ約1~2kgをサンプルとして採取し、生重を計測した後、送風乾燥機によって105度で3日間程度、重量変化がなくなるまで乾燥して絶乾重を計測し、重量の減少量を生重で除することにより含水率を算出した。

### 2. 堆肥化作業

破碎した伐採木を農業部門へ利用する方法として、チップを主原料とした堆肥の生産を試みた。ST 1およびST 2において集積されたチップを作業の翌春まで坂井健作氏所有の雑種地に堆積しておき(図

1), 以下一連の作業を2006年4月より行った。堆肥化作業は、藤原(1996)および藤原多見夫氏(久米肥料(株))への聞き取りを参考に、次の手順により行った。

窒素追加のための副資材としては、2006年5月上旬に土地所有者である坂井氏と筆者らにより協議し、なるべく地元周辺で収集でき、かつ安価で安全なものとして、米糠が採用された。野積みしたチップの生重量から、C/N比が35以下(NPO法人日本バーク堆肥協会によるバーク堆肥の品質基準;以下「品質基準」とする)になるように米糠を用意した。5月28日に、米糠および約50%の水分をチップに加えながら十分混和し、山状に盛りあげて堆積した。発酵温度の上昇を促進するとともに、降雨とともに必要な成分が流出するのを防止するため、厚手ビニールシートで被覆した。

発酵温度は、堆肥の山の中心部に金属保護ケースに入れた900mm足長温度計((株)安藤計器製工所製)を差し込み、一日毎に測定し、記録した。この時、気付いた点なども併せて記録した。

温度上昇が認められなくなる度、もしくは2週間ごとに切り返しの作業を行った。堆肥の山を切り崩し、約50%の水分となるように水の補給をしながら再度山状に盛り上げ堆積した。一次発酵による温度上昇がほとんど認められなくなった時点で切り返し作業を止め、ビニールシートで被覆した状態で熟成させた。

施肥を行う畑の土壌との混和前に、チップ堆肥の成分分析を(財)広島県環境保健協会に依頼し、pH、リン酸、チッ素、電気伝導率、カリウムおよび炭素を測定した。

## 結 果

### 1. 木材の破碎作業

処理木の生重量の測定回数は、ST 1で7回、ST 2で13回の計20回行った。ST 1では184.4kg、ST 2では319.8kgの伐採木を処理した。各測定区分において得られたチップ生産量を図2に示す。単位時間あたりの生産量はST 1で最も低く、ST 5で最も高かった。

採取したチップの含水率は、平均で0.439であり、サンプル間で大きな差異は認められなかった(表1)。ST 1およびST 2で得られたチップの処理前生重量は504.2kgであったので、生産されたチップの絶乾重量は282.9kgDWと算出された。また、この体積は0.88m<sup>3</sup>であったので(図2)、チップの容積重は321.4kgDW/m<sup>3</sup>であると算出された。算出されたチップの容積重を用いて、各測定区分におけるチップの各重量を推定し、表2にまとめた。

### 2. 堆肥化作業

堆肥化に供する資材は、ST 1およびST 2において集積されたチップ282.9kgDWとした。野積みされたチップでは、既に内部に菌糸の発達が見られ、野積みだけで若干の分解・発酵が進んでいる様子が確認された。

資材282.9kgDWは炭素換算(乾燥重量の50%と仮定)では141.5kgとなるため、堆肥完成後のC/N比=35以下を目標とすると、窒素の必要量は4.0kg以上となった。副材料の米糠は、生重を基準とした窒素含有率を3%と仮定すると、必要生量は134.7kg以上となる。これを目標に収集したところ、5月下旬までに北広島町内の精米所3箇所合計153.1kgが収集された。

副資材の混和作業は、協力者4名による1時間程度の作業で完了した(写真E)。混和したチップ堆肥は、

表1 チップの含水率測定結果

サンプル番号	生重量 (g)	絶乾重量 (gDW)	含水率
1-A	1610.9	920.7	0.428
1-B	1904.9	1076.6	0.435
2-A	1169.3	654.9	0.440
2-B	1531.4	856.0	0.441
3-A	978.5	549.6	0.438
3-B	1291.3	709.0	0.451
平均値	1414.4	794.5	0.439

表2 各測定区分におけるチップの生産量および作業効率 (括弧内は推定値)

	ST 1	ST 2	ST 3	ST 4	ST 5	合計
時間 (min)	60	60	30	45	65	260
容積 (m <sup>3</sup> )	0.32	0.56	1.23	1.75	2.24	6.11
絶乾重量 (kgDW)	103.5	179.4	(395.3)	(562.4)	(719.9)	1963.8
作業効率 (kgDW/min)	1.7	3.0	13.2	12.5	11.1	—

表3 チップ堆肥の成分分析結果

分析項目	測定結果	分析方法	定量下限値
pH (25°C)	7.1	肥料分析法 3.3	
リン酸 (P205) 全量	0.84 (wt)%	肥料分析法 4.2	0.01
窒素 (N) 全量	0.48 (wt)%	肥料分析法 4.1.1	0.01
電気伝導率	2.00 mS/cm	肥料分析法 3.4	0.01
カリ (K20) 全量	0.30 (wt)%	肥料分析法 4.3	0.01
炭素	14.6 (wt)%	肥料分析法 JIS G 1211(1995)	0.1

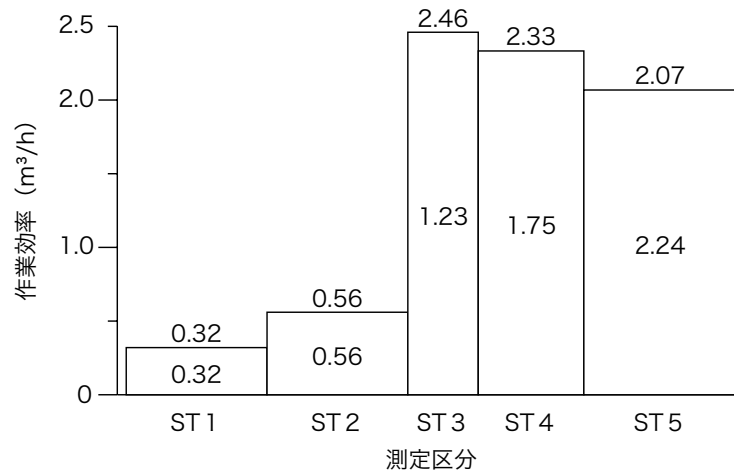


図2 各測定区分における作業効率。棒グラフの幅は測定区分における相対的な作業時間を，棒グラフ内の数字は実際に処理されたチップの体積 (m<sup>3</sup>) を示す。

H = 0.8m, W = 1.8m の山状に盛り上げ，ビニールシートで被覆した。

図3に混和作業以降の堆肥内部の温度変化と切り返しの時期，その他特記事項を示す。堆肥の内部温度は混和後徐々に上昇し，一週間後には40℃，10日後には50℃に到達した。2週間後の6月10日には，第1回目の切り返しを行い，その後も50℃近くまで上昇して推移した。第2回目の切り返しは2週間後の6月25日，第3回目はさらに2週間後の7月9日に行ったが，45℃前後で推移して温度上昇があまり見られなくなり，40℃を切るまでに低下した。しかし，第4回目の切り返しを7月22日に行くと再度温度上昇が生じ，8月4日には50℃に戻った。なお，各切り返し作業は，坂井氏のほか1～2名の協力者，計3～4名により2時間程度で完了した。

混和作業から10日後までの間，混和した米糠の臭いに誘引されたためか，中型および小型の野生動物によるものとみられる掘り出しがあった。また，日数の経過に従いチップ内部の微生物による菌糸の発達状況や種組成が切り返しごとに変化していたが，特に第1回目から2回目にかけては特に発達し，切り返しがやや困難になるほど固結した状態になった部位もあった。

8月6日に堆肥のサンプルを採取し，成分分析に供した(表3)。C/N比は30.4であり，目標とする35以下を達成できた。その他の成分については，品質基準に照らし合わせた結果，pH(基準値5.5-7.5)，リン酸全量(基準値0.5%以上)，カリ全量(基準値0.3%以上)の各基準に適合していた。

## 考 察

### 1. チップ生産の作業効率

伐採木の生重量測定を行った測定区分ST 1およびST 2では，それ以外の測定区分に比べて5分の1から8分の1の低効率となっている。これは，生重量の記録作業に労力を要し，作業工程全体の能率を引き下げていたためである。従って，本来の作業効率を推定するためには，測定作業を行わなかったST 3からST 5のみを基準に考えるべきである。

ST 3からST 5の平均的な作業効率は12.3kgDW/minであった。また，最も作業効率が高かったのは，

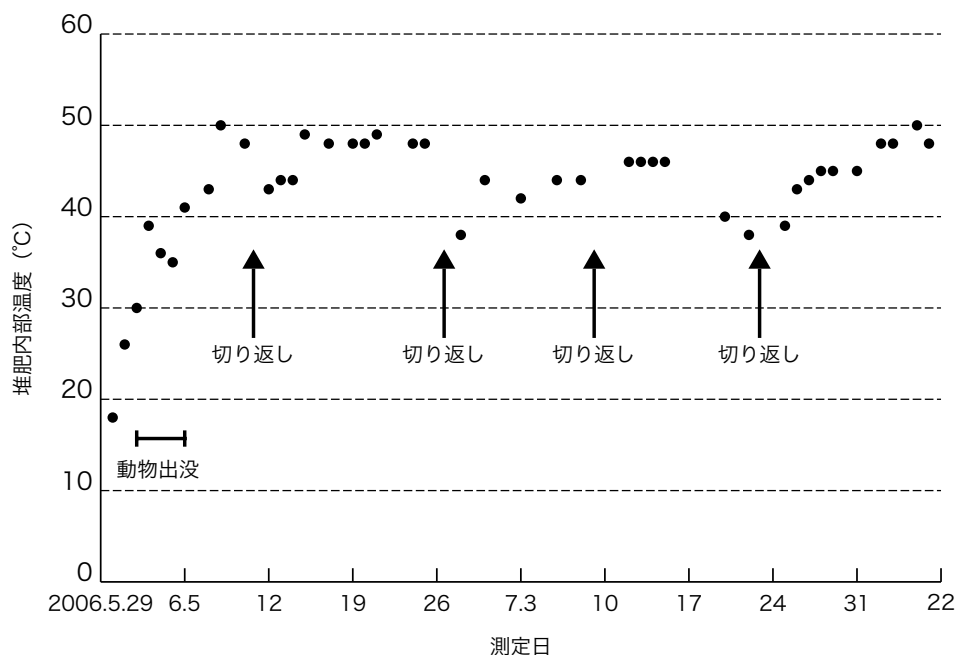


図3 チップ堆肥の発酵に伴う温度変化

作業区分 ST3 で 13.2kgDW/min であった。

これらの作業効率を全体の作業時間 (260 分) において継続できたと仮定すると、平均で 3,198kgDW、最大で 3,432kgDW の処理が可能になると試算された。この結果は、今後の管理システムを構築する際にひとつの目安となると考える。

## 2. 作業の記録方法

伐採木の生重量の測定には、記録を除く 3 名体制で行ってもかなりの労力を要した。原因としては、作業開始時には収集・整理担当と測定・記録担当の息が合わなかったこと、測定自体が不慣れだったこと、測定用の幹枝の束を慎重に作りすぎたことなどが挙げられる。これらがチップパーシュレツダへの材の供給遅滞を招き、作業効率を著しく低下させた。この点については、重量測定班を複数にするとともに、収集・整理担当とも事前に作業内容について十分な打ち合わせをしておくことにより、迅速・確実な測定とチップパーシュレツダへの円滑な伐採木供給が可能になるものと考えられる。管理システムに新たな手法を取り入れる際には、その記録と評価がなされるべきであるが、その際には、正確な記録のためにも、記録作業が管理作業全体の遅延を招かないように注意する必要がある。

## 3. 堆肥生産の可能性

混和作業後の温度推移 (図 3) を樹皮と家畜糞を用いた堆肥の発酵試験 (藤原 1986) と比較すると、全体に温度上昇が若干小さい結果となった。また、第 4 回目以降の温度の再上昇は気温の上昇と重なったものであり、実際には 4 回目の切り返し時点で既に一次発酵が落ち着いていたと考えられる。

発酵時の温度上昇縮小を生じさせた原因には、八幡地区の冷涼な気候、切り返し時の水分不足、前年秋から野積みしていたチップの分解・発酵が進んでいたことなどが考えられる。このうち、混和作業の



時期についてはチップ集積直後に行うことで回避することが可能である。

堆肥の品質そのものについて、本研究で行った試験は品質基準において規定されているうち主要な項目に関するものである。これは、一般に木質系堆肥が土壌の物理性と化学性の両方の改善を目指す、いわゆる「土づくり資材」として使用されることを考慮したためである。今後、速効性のある施肥効果も期待される完熟堆肥として生産していくためには、さらにいくつかの工程の見直しと試験を行う必要があるが、今回行った項目に関しては適正であったことが実証された。

#### 4. 草地保全活動を中心とした地域資源循環システム

本研究では、千町原の草地保全活動に伴って発生する木質系バイオマスを農業部門に活用する可能性を検討するため、粉碎および堆肥化の実証試験を行った。その結果、粉碎については実際の活動における作業効率を定量的に把握でき、また処理されたチップの堆肥化については作業工程および品質の適正さを確認できた。

実際に、試験に伴い堆肥化されたチップは、ススキなど草本由来の堆肥とともに用いられ、無農薬栽培のダイコンが生産された。このダイコンは「はらっぱ一大根」という名称で草地保全活動と関連づけられて町内外の農産物市で販売されるとともに、当年の千町原の草地保全活動参加者に配布された。このように、八幡地区の社会システムを都市部のボランティアが補完しつつ、千町原の草地保全活動が区内経済活動と木質系バイオマスの活用により有機的に連鎖することで、草地保全活動を中心とした地域資源循環システムに発展する可能性も提示できる。

しかしながら、そのためには最終的な「出口」としての農産物の品質や付加価値の付け方、さらには販路の確保なども含め、経営的視点からも自立・発展可能な仕組みを意識した枠組みを設計しなければ、八幡地区のような厳しい自然・社会環境に取り巻かれた地域において持続可能なものにはならない。例えば、処理木の破碎処理に必要なチップシャーシュレッダのレンタル経費や、堆肥化作業における米糠の収集作業および混和後の切り返し作業の分担など、資金および人材の確保は重大な課題である。また、草地を含め地域資源の利用に関して地区内に潜在する利害関係を調整する仕組みも将来的には必要となるであろう。

このように、草地保全管理システムが現代的に蘇り、そして後世に引き継がれるためには、広く地域資源循環システムの中に位置づけられるとともに、それらを取り巻く社会・経済的枠組みのありかたまで踏み込んだ研究および活動が行われる必要がある。

#### 謝 辞

本研究を行うに当たって、西中国山地自然史研究会会長の近藤紘史氏、八幡高原ふるさと推進協議会会長の川内信忠氏のご理解をいただきました。また、チップシャーシュレッダの導入に関しては、新ダイワ工業株式会社顧問（当時）の藤川信也氏、ひろしま人と樹の会事務局長の櫻井充弘氏のご協力をいただきました。チップ堆肥のつくりかたについては、久米肥料株式会社常務取締役の藤原多見夫氏にご指導いただきました。現地チップ化処理計測やチップ堆肥化作業については、山崎互氏、和田秀次氏、荒木則行氏、井上雅仁氏、大竹園子氏、小宮啓吾氏のご助力をいただきました。チップ堆肥化のための場所・道具等の使用および米糠混和後の堆肥内部温度などの記録については、坂井健作・フミエ氏にご

協力をいただきました。現地の空中写真は広島県立林業技術センターの弓場憲生氏に撮影していただきました。最後に、木質バイオマス一般に関する御助言を広島大学の中越信和教授に頂きました。以上の方々に多謝いたします。

## 引用文献

- 中国新聞社（編） 1986 新中国山地 545pp. 未来社 東京
- 藤原多見夫 1996 土壌改良による粘質土開発ブドウ園の収量・品質の向上に関する研究 広島県立農業技術センター研究報告 63：1-54
- 古川 彰 1981 過疎山村の変容と住民の対応 ソシオロジ 26(2)：41-60
- 芸北町（編） 1976 八幡村史 834pp. 芸北町 広島
- 鎌田磨人 1999 カヤ場の利用と景観生態 遺伝 53 (10)：37-42
- 鬼頭秀一（編著） 1999 環境の豊かさを求めて 315pp. 昭和堂 東京
- 倉本 宣・麻生 嘉 2001 里山ボランティアによる雑木林管理 里山の環境学（武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編著） 135-149 東京大学出版会 東京
- 内藤和明・高橋佳孝 2002 三瓶山の半自然草地における生物多様性保全 Grassland Science 48：277-282
- 中越信和 1999 日本の草地が危ない 特集にあたって 遺伝 53 (10)：15
- 日本エネルギー学会 2002 バイオマスハンドブック 422pp. オーム社 東京
- 白川勝信・中越信和 1998 広島県芸北町千町原の湿地植生 高原の自然史 3：39-55
- 小路 敦 2003 野草地保全に向けた景観生態学的取り組み Grassland Science 48：577-563
- 小路 敦 1999 野草地のあり方と保全 遺伝 53 (10)：21-25
- 高橋佳孝・内藤和明 1997 半自然草地の植物と保全管理 種生物学研究 21：13-26
- 高橋佳孝 2002 萌芽的な草原保全活動に期待する Grassland Science 48：264-267
- 高橋佳孝 2007 森の国で野を守る Iいま日本の草地があぶない グリーン・パワー 4-5 森林文化協会 東京
- 津田 智・富士田裕子・安島美穂・西坂公仁子・辻井達一 2002 小清水厳正花園における海岸草原植生復元のとりくみ Grassland Science 48：283-289
- 上野吉雄 2006 臥竜山麓公園の鳥類相について 苜尾 15：10-11
- 山内康二・高橋佳孝 2002 阿蘇千年の草原の現状と市民参加による保全へのとりくみ Grassland Science 48：290-298
- 吉野由紀夫・白川勝信 2005 広島県臥竜山麓の放牧跡地に発達した植生 高原の自然史 10・11：1-21
- 渡邊園子・和田秀次・大竹邦暁・山場淳史・白川勝信・中越信和 2003 芸北町八幡地区の植生 高原の自然史 8：1-14

2007年1月28日受付；2007年3月4日受理



図 版 1

A：チップ化試験地全景（広島県立林業技術センター提供）	2006年10月30日
B：枝幹の重量測定の様子	2005年11月23日
C：チップパーシュレッダと枝幹の投入の様子	2005年11月23日
D：軽トラックへのチップの排出・堆積	2005年11月23日
E：チップと米糠の混和作業の様子	2006年5月28日



図版 1

