

河川維持管理における堆肥化・チップ化への 取り組みについて

山田 陽¹・安井 潤²

¹近畿地方整備局 姫路河川国道事務所 河川管理第一課 (〒670-0947 兵庫県姫路市北条1丁目250)

²近畿地方整備局 姫路河川国道事務所 龍野出張所 (〒679-4167 兵庫県たつの市龍野町富永1005-47)

揖保川・加古川では河川の維持管理のため年2回の堤防除草を行っている。除草によって発生した刈草は焼却処分が出来ないため、一般廃棄物として処理しており、処分費用が深刻な問題となっている。

一方、バイオマス資源の利活用推進の観点から、堤防の刈草等をリサイクル活用することは重要である。

揖保川流域では、刈草等を堆肥として活用するため、2012年度(平成24年度)から刈草の堆肥化に着手、2014年度(平成26年度)に堆肥として登録・配布を行った。また、揖保川・加古川において伐木のチップ化にも取り組み、配布を行ってきた。これらの結果を報告するとともに、今後の堆肥化・チップ化の取り組みについて、特に外来種対策・堆肥化の簡素化に焦点を当てて考察する。

キーワード コスト縮減, 堆肥化, チップ化, 環境, 外来種対策

1. はじめに

姫路河川国道事務所では兵庫県南西部を流れる揖保川・加古川の二つの河川を管理している。揖保川は全長約70km、流域面積約810km²。加古川は全長約96km、流域面積約1,730km²の兵庫県下最大の一級河川である(図1)。

各河川では日々の河川維持管理(堤防管理)のため、毎年出水期前・後の年二回堤防の草刈りと点検を行っている。また、高水敷においては樹木の成長が著しく、繁茂すると流下能力に支障を来すとともに、河道内の樹木が流失した場合樋門などの河川管理施設に支障を来すため、計画的な伐採が必要である。

さらには、刈草や樹木の処分に多大な費用がかかる。例えば、揖保川では、草刈りに要する費用のうち約34%が処分費用となっている(図2)。また、除草作業においては、特定外来植物が混入している

場合もあることから、処分場の受け入れ条件によっては通常の焼却処分より費用がかかり、維持管理費を逼迫してきている。



図1. 揖保川・加古川位置図

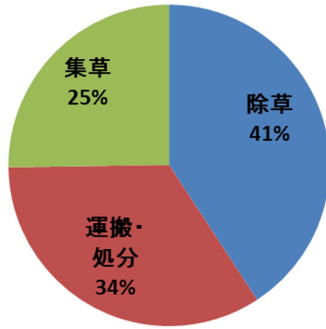


図 2. 刈り草処分費用の内訳

このような状況を踏まえ、処分費用の縮減と刈草や樹木の再利用・リサイクルによる資源の有効活用は、今後の河川管理を行う上で重要な取り組みである。その際に、特定外来植物の種子の拡散に留意することが必要である。

今般、堆肥化の簡素化手法の試行・結果を示すとともに、堆肥化による外来植物種子の死滅状況及び堆肥化とチップ化の今後の取り組みについて考察する。

2. 堆肥化の手法

揖保川の刈草を使用し、堆肥化を効率的に進めるため、兵庫県立大学講師の西山氏にご助言を頂き事業を進めている。西山氏は、姫路で「土の再生」に取り組んできており、現地での技術的な指導をいただいている。

2-1. 堆肥化の手順

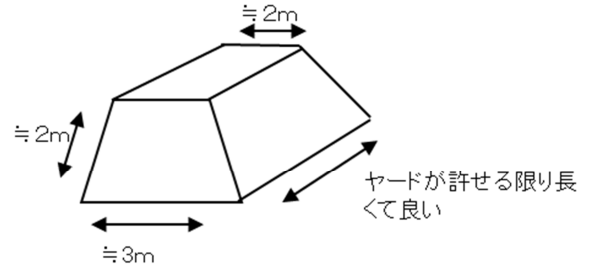
まず堆肥化の手順を以下に示す。

1) 刈草を堆肥化ヤードに運ぶ

刈草は出来るだけ早く堆肥の生産場所に運び、ビニール・ペットボトル等のゴミは出来るだけ除去する。

締め固めや特別な施設等は不要で、水分を含ませて積み上げる(図3)。

前年度の完成堆肥を10~20%程混ぜ込むと効率良く発酵する。



0.6m3BHが乗れる程度

図 3. 刈草の積み上げ例

2) 水分・温度管理

刈草が乾燥している時は全体散水し、刈草を手で握り、少し湿り気がある程度に水分の補充を行う。

表面の草と内側の草を混ぜ合わせることにより、水分が適正に配分される(図4・5)。



図 4. 現在の堆肥状況(左図)

図 5. 水管理状況(右図)

3) 刈草を混ぜる

堆肥化するまで(3~4ヶ月の間³⁾)に3回程度、「内側で良く発酵している草」と「外側の発酵していないもの」を混ぜ合わせる。混ぜるタイミングは、温度がピークを過ぎて下がり始めた時で、堆肥内部に空気が入り、発酵過程で内部の空気が無くなることのないよう混ぜ込む(図6)。

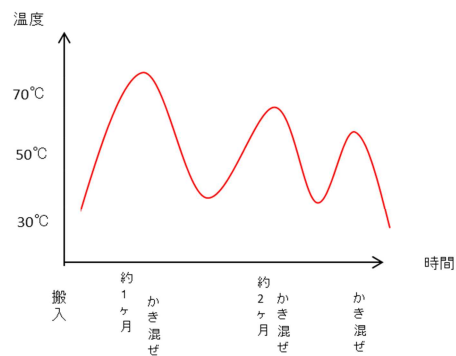


図 6. 発酵温度の推移と切り返し時期

2-2. 堆肥成分

作成した堆肥を兵庫県に登録して、一般の方々へ配布するために、堆肥の名称を「いいほのさと堆肥」と命名し、成分分析を行った。成分としては、一般的なパーク堆肥（樹木の皮だけで作った堆肥）と同等、又はそれ以上の分析結果となり、土壌改良材としての使用が適している結果となった（表1）。

表1. 成分分析表⁷⁾

項目	単位	いいほのさと堆肥	パーク堆肥	品質基準
水分	%	71.94	55 - 65	30 - 60
pH	-	7.7	5.5 - 8	5.5 - 8.5
C/N比	-	11	35以下	10 - 40
窒素全量 (乾物当たり)	%	2.57	1.2以上	1以上
りん酸全量	"	2.28	0.5以上	1以上
加里全量	"	0.89	0.3以上	1以上

2-3. チップ化の結果

チップについては、揖保川・加古川両河川で配布を行った。（工事段階にチップ化の機械により？）

堆肥と同様、土壌改良材としての使用や、土壌の雑草の発生を抑えるためのマルチング材としての使用が見込まれている。チップを野外に積み上げて放置することで、内部で良好なキノコ菌の繁殖などが見られ、良質なマルチング材としての活用が期待できる結果となった。



図7. チップ キノコ菌繁殖状況（左図）

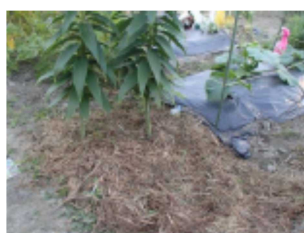


図8. マルチング材としての使用状況（右図）

2-4. 堆肥化の簡素化結果

上記2-1の手順で、約3ヶ月程度で堆肥としての使用が可能となり、適切な時期に刈草の攪拌・水分の管理を行っていれば特別なことをする必要は無い。なお、今回の堆肥化の発酵過程では、最高温度は72℃を記録した。

従来の堆肥化方法では、刈草の攪拌は1ヶ月に1

回など、定期的に行われてきたが、温度変化を詳細に観察することで、適切な時期だけに攪拌を行い、攪拌回数を減らすことが出来る。

また、堆肥化施設や締め固め、鶏糞などの混ぜ込みなども必要なく、従来の堆肥化方法から、簡素化が可能となった。

3. 外来種対策について

3-1. 外来種対策

特定外来植物対策で最も気をつけなければいけないのが、種子である。種子には環境条件により休眠する能力が備わっており、休眠状態であれば、過酷な環境条件でも生き残ることが出来る。

55℃以上まで上がれば種子・菌等が死滅すると考えられているが²⁾、特定外来植物（水生植物を除く）に指定されているアレチウリ・オオカワヂシャ・オオキンケイギク・オオハンゴンソウ・ナルトサワギク5種のうち、アレチウリのみ53~62℃程度の発酵温度があれば種子が死滅することがわかっている（図9）^{1) 2)}。

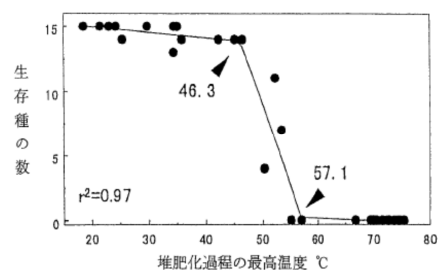


図9. 堆肥の発酵温度と雑草種子の死滅の関係（NISHIDA et al. 1996）

また、「外来雑草の遮断対策として、唯一堆肥発酵による種子の死滅が有効」といった記述も見られる²⁾。

3-2. 発芽試験結果

堆肥中に含まれる特定外来植物の生息範囲を広げないように留意する必要がある。

現在、特に注意を要する特定外来生物5種（オオカワヂシャ、オオキンケイギク、オオハンゴンソウ、ナルトサワギク、アレチウリ）の中でも、アレチウ

りに関しては、極力、刈草に混入しないように作業を行っているが、草刈り作業の中で、全ての外来生物をより分け、混入せずに堆肥化することは極めて困難である。

今回堆肥化した刈草の中にも多くの外来植物が含まれていると考えられるが、約 2 年間、野外で堆肥を管理した結果、外来植物の発生は見られなかった。

また、H26 年度に出来上がった堆肥を用いて、発芽試験を行ったが、その中でも外来植物の発生は見られなかった(図 10)。



図 10. 発芽試験結果

光周・温度ともに自然条件下での実験。

コマツナ種子を堆肥に散布し、正常に発芽するか野外にて実験を行った。外来種の発芽は見られず、散布した種子は良好に発芽した。

10 日間(10 月 3 日～13 日)で発芽率は 82%。

3-3. 外来種対策の問題点とその対応について

アレチウリ以外の 4 種に関しては「完全に死滅する」とした文献がないため、堆肥化過程の高温で完全に種子が死滅しているのか、高温環境によって、種子の休眠が誘導されるような種子特性を持っている植物が、短期間の発芽試験では種子が死滅しているかについては、確認できていない。

そのため、すでに作成済みの堆肥を用いて、堆肥の山の中心部・表面からランダムにサンプルを採取し(図 12)、種子休眠性などを考慮した発芽試験を行うこととした。

・実験方法

実験場所は兵庫県たつの市(東経 134 度 32 分、北緯 34 度 51 分)であり、日長条件は図 11. に示すとおりである。

北緯	地点名	1月	2月	3月	4月	5月	6月
34.69°	兵庫県神戸市	10:07	10:56	11:58	13:03	13:58	14:26

7月	8月	9月	10月	11月	12月
14:13	13:25	12:24	11:19	10:22	9:52

(時間)

図 11. 兵庫県たつの市の日長条件⁶⁾

神戸市の日長条件を実験地(たつの市)のもの見なし、神戸市の各月の日照時間を示す。

4 月～9 月を長日条件、10 月～3 月までを短日条件として扱う。

5 種(アレチウリ、オオキンケイギク、オオカワヂシャ、オオハンゴンソウ、ナルトサワギク)は春～夏、秋～冬にかけて、発芽～成長～開花する植物が混在している⁴⁾⁵⁾ことから、長日条件・短日条件下の両条件において実験を行う。

また、種子の発芽に際して、一定の温度変化や低温を必要とする種子もあるので、実験途中で擬似的に冷蔵庫にて冬期を経験させる。

- ① 堆肥を中心部・表面部からランダムに 5 箇所×2 から 10 サンプル採取する。(各地点 5 箇所のサンプル×1: サンプル①, 残りのサンプル: コントロールとする)

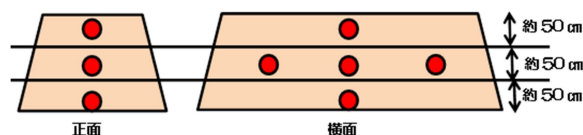
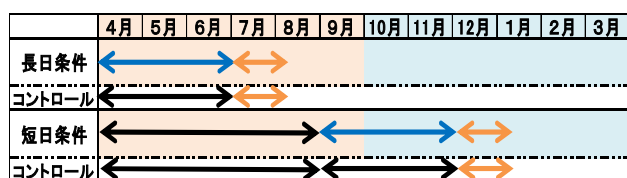


図 12. サンプル採取図

- ② サンプル①を 2 ヶ月間冷蔵庫にて低温保存する。コントロールは暗所にて常温保存とする。
- ③ 2 ヶ月後、試験地(野外)においてサンプル①, コントロールを 5 cm 程度の厚さで広げる。(乾かない程度に水分を散布する。)
- ④ 1 ヶ月程度を実験期間とし、外来植物の発芽の有無を確認する。

・実験経過

現在、図 13 のスケジュールで実験を進めており、冷蔵庫で堆肥を冷やしている状態である。今後 7 月から 1 ヶ月間発芽実験を行う。



←→ : 冷蔵期間
 ←→ : 発芽試験期間
 ←→ : 常温・暗所保存

図 13. 実験スケジュール

4. 考察

堆肥化において、手法を簡素化したとしても、堆肥化が可能であることは確認できたが、表層の堆肥に比べて、内部には刈草の原型が残っていることがわかった。これは刈草内部に酸素が不足したため、好気呼吸が抑制され、発酵が停止してしまっていると考えられる。

今後内部が酸素不足とならないよう攪拌方法、時期、積み上げ方（積み上げる高さ等）等の試行を重ね、3ヶ月程度で完全に堆肥化する方法を検討し、堆肥化の簡素化手法を確立する。

また、チップ化に関しては、伐木作業時は葉が散った後に行うことが多く、その時期には多くの植物が果実や種子をつける時期であることから、外来植物種子混入に更なる注意が必要となると考えられる。

堆肥化時の外来種対策については、管理中に外来植物の発芽が見られなかったこと、発芽試験の結果では散布した種子は良好に発芽し、外来種の発芽等も見られなかったことから、堆肥中の種子は発酵過程の高温により完全に死滅したと考えられる。なお、今回の発芽試験に使用した堆肥は、堆肥の山の表層部分の1箇所のみである。

今回の堆肥化作業では、堆肥の発酵温度は最高72℃を記録したが、中心部の温度上昇を把握してお

らず、外来植物種子の死滅を確認するために3-3で示す追加実験の結果を整理する必要がある。

まとめ

堆肥化・チップ化ともに維持費用の軽減と共に課題の解決につながる良い結果が得られた。今後は刈草の完全な堆肥化及び特定外来植物対策を進めるため、攪拌時期・積み上げ高さ等の工夫を行い、堆肥化の簡素化手法を確立することにより、さらなる費用軽減が期待できる。

謝辞

本稿作成にあたり御教授いただいたすべての方々、そして、本事業に関わったすべての方から感謝いたします。

参考文献

- 1) 河川における外来植物対策の手引き(国交省 H25.12)
- 2) 清水矩宏(1998) 最近の外来雑草の侵入・拡散の実態と防止対策. 日本生態学会誌 48:79-85.
- 3) 岡崎正規・安西徹郎・加藤哲朗(2001) 新版 土壌肥料
- 4) 五箇 公一 F-3 侵入種生態リスク評価手法の開発に関する研究
- 5) Banovets,S.J.&SCHEINER,S.M.(1994) : The Effect of Seed Mass on the Seed Ecology of *Coreopsis lanceolata*:American Midland Naturalist 131(1),65-74
- 6) 国立天文台 HP <http://www.nao.ac.jp/>
- 7) 全国パーク堆肥工業会 <http://zmchip.com/bark/>