

大迫ダム細粒土砂の植栽表土転用に関する検討

村尾 弘道¹

¹近畿農政局 第二十津川紀の川農業水利事業建設所 工事課

(〒638-0041奈良県吉野郡下市町下市798)

国営第二十津川紀の川農業水利事業では、奈良県川上村に位置する大迫ダム貯水池を対象に施設機械設備の改修と併せて堆砂対策を実施しており、その一環として撤去した砂礫を近傍の土捨場に盛土している。造成後は表面緑化のため一部植栽を検討中であるが、砂礫主体の盛土材では植物の正常生育に支障があり、また植栽表土を大量に購入・運搬することは経済性に問題がある。一方、ダム貯水池内下流側では広範に細粒土砂が堆積しており、これを植栽表土として転用できれば経済的、かつ下流の水質改善につながる等の利点が大いと考えた。したがって、ダム貯水池内細粒土砂の概略調査を実施し、植栽表土転用の可否について検討した。

キーワード ダム貯水池、植栽表土、堆砂対策、細粒土砂、土壌分析

1. 大迫ダム堆砂対策

奈良県の主要河川である吉野川紀の川上流に建設された大迫ダム貯水池では、昭和 49 年の運用開始以降、経年的に貯水池内や上流河川に土砂が堆積したことから、洪水に伴う道路の浸水被害や有効貯水量の低下が懸念されている。このため、第二十津川紀の川農業水利事業において、平成 18 年より貯水池上流域を対象として堆砂対策工事を実施し、撤去した土砂を近傍の桂谷に捨土しているところである。写真-1 に桂谷土捨場の全景と盛土材を示す。

桂谷への捨土は平成25年度で終了し、その後は一定面積を植栽し、林地に戻す条件となっている。しかしながら、貯水池より撤去・捨土した土砂は大部分が礫質土であり、植生表土としては不適切である。また、大量に植栽表土を購入し長距離を運搬することは不経済であり、より低コストで植栽表土を確保することが課題となっている。

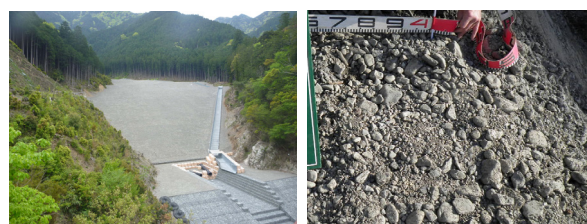


写真-1 桂谷土捨場の全景と盛土材



図-1 大迫ダム貯水池全体図

2. 入之波大橋上流付近での堆砂と検討目的

大迫ダム貯水池では、下流ほど小粒径の土砂が堆積している。特に、図-1 の大迫ダム貯水池全体図に示す入之波大橋上流付近（囲い部）は、写真-2 の入之波大橋上流の堆積状況に示すように、広域かつ大量に細粒土砂が堆積していることが確認されている。さらに、この堆砂はダム水位低下時の濁水発生要因の一つである可能性も指摘されている。



写真-2 入之波大橋上流の堆積状況

以上より、この堆砂を桂谷土捨て場における植栽表土として転用できれば、材料及び運搬コストの低減、並びにダム水質改善においてメリットが大きいと考えられる。

したがって、現地調査の他、サンプリングによる土壌分析を実施し、植栽表土としての利用の可能性について検討した。

3. 現地調査

図-2 の入之波大橋上流付近拡大図に示すように、細粒土砂は、土捨て場下流河川湾曲部の右岸側（以下、「堆積土①」と呼ぶ）、入之波大橋上流の右岸側（以下、「堆積土②」と呼ぶ）、同左岸側（以下、「堆積土③」と呼ぶ）で確認され、これらを総称して細粒堆積土と呼ぶ。これらが顕著に集積した理由として、堆積土①は河川湾曲部内側で水勢が弱いこと、堆積土②及び③は、川幅拡大による河川全体の水勢減少と下流の急縮により流水が滞留しやすいこと、加えて堆積土③は流路の内側に位置していることが指摘できる。細粒堆積土の厚さは、場所により異なるが概ね 2m～7m である。

写真-3 に細粒堆積土の代表的な表出面を示す。写真-3 の左に示す土壌（以下、「土壌Ⅰ」と呼ぶ。）は、表面がザラザラしており、孔隙が多く、握ると弱く固まり、湿り気が感じられた。右に示す土壌（以下、「土壌Ⅱ」と呼ぶ。）は、土壌Ⅰと比較して表面がツルツルしており、密着性が高く、握ると形になり、手の平に湿りが残った。細粒堆積土の大部分がこの土壌Ⅰ及び土壌Ⅱで構成され、互層状に堆積していた。また、土壌Ⅰは上層部で多く確認され、色は薄い灰色か褐色であり、土壌Ⅱは下層部で多く確認され、色は鮮明な灰色であった。土壌Ⅱは、その色からグライ土であると判断でき、還元的な環境であることがわかる。褐色部も一部に見られたが、これは還元鉄が部分的に酸化されたものと考えられる。

堆積土②は、堆積土①及び③と比較して土壌Ⅱの割合が高く堆積量も多く、堆積土①及び③は土壌Ⅰの層が比較的厚く、木の枝等の有機物層も確認された。さらに堆積土②は背面の温泉施設からの排水に曝されることが確認された。一般的に湖、沼等の底のような還元的条件の土壌では、硫化水素や硫化鉄等が生成され蓄積すると、酸化された時に硫酸を生成し強酸性を示すことがあるが、この温泉の泉質は炭酸系であり硫化物イオンは排出されておらず、堆積土に硫化物が蓄積している可能性が低いと考えられた。

最後に、細粒堆積土区域における掘削運搬等の重機作業について調査した。細粒堆積土を運搬するためには、河川内進入路（図-2 を参照）を利用することが想定される。写真-4 の河床露出部に示すように、この河川内進入路から対象地までの区間（図-2 に示す点線部

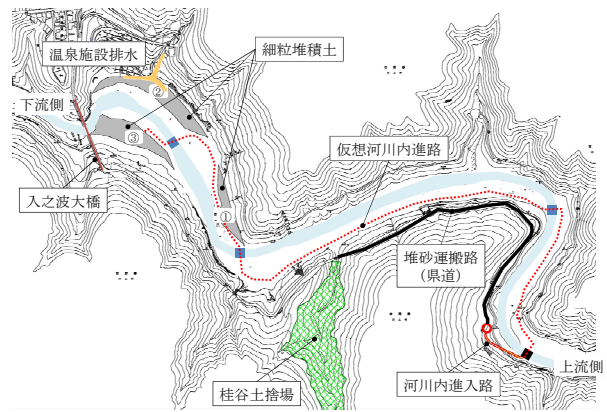


図-2 入之波大橋上流付近拡大図



写真-3 細粒堆積土の代表的な表出面
(左・土壌Ⅰ、右・土壌Ⅱ)



写真-4 河床露出部

で約 1.5km) は、比較的フラットであり、表層数 cm が細粒土砂に覆われるものの、ほとんどが礫質土である。またダム水位の低下時において河床が連続的に露出することから、図-2 の点線に示すルートに従って、不陸箇所は礫等の敷き均しによる調整で走行可能と考えられる。さらに河床のコーン指数は、1400kN/m² 以上を示し、不整地運搬車両等の走行に必要な地耐力も期待できる。

4. 土壌分析

対象堆積土における土壌Ⅰ及び土壌Ⅱより試料を採取し、pH試験、電気伝導率試験、塩基置換容量試験による化学的分析、土壌の粒度試験による物理的分析を実施した。なお、

表-1 化学的分析結果と評価分級

項 目		試験結果		評価分級			
		土壌Ⅰ (壤質砂土)	土壌Ⅱ (壤土)	優	良	不良	極不良
pH		6.6	6.8	5.6~6.8	4.5~5.6 6.8~8.0	3.5~4.5 8.0~9.5	3.5>, 9.5<
電気伝導度	dS/m	0.21	0.27	0.1~0.2	0.2~0.5	0.5~1.5	1.5<, 0.2>
塩基置換容量	me/100g	6.6	7.7	20<	20~6	6>	—

電気伝導度は土壌中の塩類の濃度を、塩基置換容量は土壌の養分の保持力を示す。

表-1に化学的分析結果と評価分級を示す。評価分級は、日本造園学会の評価基準²⁾に基づいており、優~極不良の評価を実施した。

土壌Ⅰは、pHが6.6、電気伝導度0.21dS/m、塩基置換容量が6.6me/100g、土壌Ⅱは、pHが6.8、電気伝導度が0.27dS/m、塩基置換容量が7.7me/100gであり、評価分級において全ての項目で「良」以上の評価を得た。これは対象堆積土が植栽基盤としての酸度、土壌中の栄養塩類、土壌の保肥力が良好であると評価することができる。

表-2に粒度試験結果を示す。土壌Ⅰは、砂分が86%と大部分を構成しており、一方、土壌Ⅱはシルト分が40%、砂分が55%とシルト分と砂分で大部分が構成されていることがわかる。これらの土壌は、国際土壌学会法による土性の分類では、図-4の土性三角図表により、土壌Ⅰは「壤質砂土」、土壌Ⅱは「壤土」と分類される。一般的に植栽基盤として、「壤質砂土」は大部分を砂分で構成されるため比較的乾燥しやすいのに対し、「壤土」はシルト分、砂分を適度に含むことから、保水性が良好とされる。

表-2 粒度試験結果

	粘土 (%)	シルト (%)	砂 (%)	礫 (%)
土壌Ⅰ	2	8	86	4
土壌Ⅱ	5	40	55	0

※粘土 0.002mm以下、シルト 0.002~0.02mm、
砂 0.02~2mm、礫 2mm以上

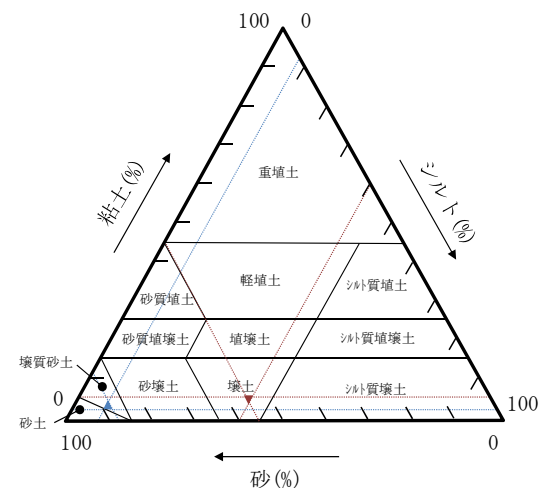


図-4 土性三角図表

5. 土壌Ⅱの適用と改良点

現地踏査に基づき、水位低下時において、細粒堆積土までの重機搬入及び作業が可能であり、また土壌分析により、「壤土」である土壌Ⅱは化学的及び物理的性質において植栽基盤として使用可能であることが示唆された。採取箇所としては、大部分が土壌Ⅱで構成され、堆積量も多い堆積土②が、施工性が高く有効であると考えられる。ただし、植物の正常生育には適度な通気性や透水性が必要となるが、土壌Ⅱは現地において水分を多く含み圧密により非常に密実な状態で堆積しているため、現状のまま転用した場合、適切な通気性や透水性を満足できない可能性がある。したがって、転用に当たっては、土壌を良く乾燥・耕転させることで間隙を増加させる必要がある。さらに、「壤質砂土」である土壌Ⅰを混合させることも方法として考えられ、資源の有効利用にもつながる。

しかし、上記の施工方法により調整した土壌は、通気性や

透水性が一定程度改善されるものの、対象堆積土の土粒子がそれぞれ独立して集積した単粒構造であり、間隙がさほど発達せず、目詰まりを起こしやすいため、大きな改善効果は望めない。また、土壌の結合が弱いいため雨水による浸食を受けやすく土壌流亡も懸念される。

したがって、土壌環境をより向上させるためには土壌を団粒化させることが望ましい。団粒化は、土粒子が相互に接合し団粒を形成することであり、団粒の内部で保水・保肥し、外部にできた団粒同士の大きな間隙で通気性・透水性を向上させることができる。団粒は微生物が有機物を分解する際に分泌する粘着質の物質により形成されるため、植物質系堆肥の施肥が有効である。

以上より、土壌Ⅱは植栽基盤としてのポテンシャルがあるものの、植物の正常生育を期待するならば、乾燥・耕転した後、有機物を多く含む植物質系堆肥を施肥する調整がより効果的である。

6. 現地発生材の基盤材としての活用検討

大迫ダム貯水池における別途課題として、経年的に発生する流木の処理問題がある。かつて、大迫ダム堤体左岸法面植生工事において、現地発生材を土壌改良材として使用した厚層基材吹付を施工した実績がある。そこで本工事においても、この流木を木質系堆肥の材料として使用できれば有効性が高いと考え、これについても活用を検討した。

対象は「膨軟化チップ吹付工法」であり、回収した流木をチップ化し、さらに加圧・加温・爆砕により開繊処理し腐植化を促進させ、植生基材として利用するものである。一般的に、一次破碎した木質チップを堆肥化する場合、長期の堆肥生成期間、また広域の作業ヤードが必要となる。膨軟化チップ吹付工法は、木質材料を通常の木質チップよりも柔らかくかつ細かくするため早期に堆肥化でき、直ちに基材として使用できるため、広域の堆肥生成作業ヤードを必要としない。桂谷土捨場は、山間地で広域の作業ヤードを確保することは難しいため、地形条件的にも適している。

一方、木質チップ等を施肥する場合は、微生物が木粉を分解するために足りない窒素分を周囲から取り込むため窒素飢餓が危惧される。しかし、膨軟化チップは、繊維が破碎されていることから分解が早期に起こり、窒素飢餓が発生しにくいという利点がある。

さらに、写真-5の平成17年度大迫ダム法面植生工事に示すように、施工後17ヶ月目には植生調査区域において、ほぼ100%の被覆が確認されており、同工法における発芽状況は良好である。

したがって、膨軟化チップ吹付工法等により、流木が植栽基盤として利用できれば、施工性、環境配慮等の点で有効性が高いといえる。

7. まとめ

大迫ダム桂谷土捨場の植栽表土材料として、ダム貯水



写真-5 平成17年度大迫ダム法面植生工事
(左・施工後2ヶ月、右・施工後17ヶ月)

池内の細粒堆積土に着目し、現地踏査、土壌分析を実施した。現地踏査の結果、細粒堆積土は概ね2種類の土壌に分類され、また細粒堆積土から桂谷土捨場までの河川内の運搬経路とその地耐力は確保でき、施工は可能と判断した。土壌分析の結果、pH、塩基置換容量、電気伝導度は、植栽基盤材料として適切であり、土性の区分では壤質砂土及び壤土に分類されることがわかった。そして保水性が良好である壤土を基盤材料として採用することが望ましいと判断した。

しかし、壤土は密実な状態で堆積しており、現状のまま使用することは適切な透水性を得られず、また土壌流出も懸念される。

したがって、土壌を乾燥・耕転することで間隙を増やし、植物質系堆肥を施肥することで団粒化を促進することが必要である。

さらに、植物質系堆肥として、膨軟化チップ吹付工法による現地発生材の活用を図ることが化学的性質、施工性、環境配慮の点で優れている。

今後は、土壌の詳細な化学分析等の調査と詳細設計を実施し、現地施工につなげていくこととしたい。

謝辞：本検討を進めるに当たり、第二十津川紀の川農業水利事業建設所職員、現場技術員の方々からご指導、ご協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。

参考文献

1) (社)日本造園学会: 日本造園学会誌ランドケープ検討
VOL.63 No.3, pp.232, 2000