

浄水場の汚泥と家畜堆肥を利用した植生基盤材による堤防緑化について

北海道開発局 旭川開発建設部 治水課 阪本 秀樹

1. はじめに

石狩川上流域の現況築堤は、牛朱別川分水路事業による掘削土の砂礫及び礫質土で構成されている。その土質はシルト分、腐植含有量、保肥力等が不足している。このため従来から客土吹付工（厚3cm）による法面植生を行ってきたが、現状は年数の経過と共に植生の衰退が著しく、長期的に植生が持続できる、安定した植生基盤の改良が必要とされてきた。そこで、河川



写真-1 衰退した堤防植生状況

水を浄水場で浄化する際に発生する浄水汚泥と、家畜堆肥とを混合し、客土材として活用することで循環型の堤防緑化工法を確立することを目的として実施した。

平成11～12年度に堤防法面植生回復試験業務として数十種類の植生基盤を変え調査・検討を実施した上で、平成13～14年度に試験フィールド事業として浄水汚泥・堆肥種子吹付工（以下汚泥堆肥吹付）を実施した。本研究はその施工後の植生状況を取りまとめたものである。

2. 現況盛土の土壌分析調査

現況盛土の土壌を分析したところ（表-

1）植物の生育にとって最も重要な腐植含有量が極めて少ない。腐植含有量が少ないために土中生物の生育環境が不良となり、土壌は無機化して、土の再生力が失われる。また、植物の細胞核形成に不可欠な有効態りん酸や、寒さや干ばつ、病虫害から植物を守る置換性カリ等、植物にとって欠かすことのできない養分が過小な土壌である。

表-1 現況土壌の土壌分析結果と標準値

項目	標準値	現況盛土	評価
pH(H2O)	5.5～6.5	6.1	
有効態りん酸 mg/100g	20～50	7.6	×
置換性カリ mg/100g	20～40	6.3	×
置換性苦土 mg/100g	30～50	48.5	
置換性石灰 mg/100g	150～300	186.1	
塩基飽和度 %	60～80	78.5	
腐植含有量 %	3.0～7.0	0.88	×
りん酸吸収係数 mg/100g	600～1000	508.0	×
塩基置換容量(CEC) me/100g	10～20	11.2	
電気伝導度(EC) Ms/cm	1.0以下	0.05	
粘土分 %	10.0	6.9	×
シルト分 %	25.0	7.0	
砂分 %	65.0	30.7	
礫分 %		55.4	

塩基置換容量（CEC）は保肥力を示すもので、ほぼ標準値を示しているが、実情は僅かな粘土分から検出されたものと考察する。シルト分も微少で、砂礫の多い構成となっているため保水性、空隙性に欠ける土壌である。

3. 浄水汚泥・堆肥種子吹付工の特性

3.1 浄水汚泥と家畜堆肥による緑化基盤材の利点

川より取水した水を浄水場で浄化する過程で発生したスラリーを、濃縮、脱水、乾燥さ

せてできた浄水汚泥はシルト分を多く含むため、砂礫質土のシルト分補充には格好の材料である。また、浄水汚泥には水とシルト分を分離する際に使用される高分子凝集剤が含まれているので、通常の吹付施工時に使用する粘着材が不要となる。

家畜堆肥は発酵作用で作られるため栄養分や生物性に富み、土の腐植成分を高めるばかりでなく、肥料養分の保持や透水性、通気性の確保、いわゆる団粒構造を形成する大きな役目を担ってくれる。

3.2 浄水汚泥の土壌分析結果と考察について

吹付使用前の浄水汚泥の土壌分析結果（表-2）は、りん酸吸収係数が異常に高い数値となっている。これは、凝集剤に含まれるアルミとリン酸が結合することで土中にあるリン酸が枯渇し、植物の根がりん酸を吸収できない状況を示している。

その他の成分は若干少ないものもあるが、養分が豊富な家畜堆肥を混合することで、比較的良好な土壌になると判断できる。また、シルト分を多く含むことが確認でき、現況盛土材のシルト分補充には好条件の土質である。

環境濃度の計測については、毎年使用前の浄水汚泥現物及び吹付後の土壌分析を行ったが、平成3年環境庁告示第46号「土壌の汚染に係る環境基準」の基準値を超える異常数値は確認されていない。

3.3 従来工法との吹付配合比較

従来工法の客土吹付では、客土を水で練り上げるために、土の団粒構造が破壊される。さらに、粘着材を加えるため、シルト状になった泥土は水分が蒸発すると急速に凝縮固化し、密度の高いものになる。その結果ひび割れが生じ、地山と剥離する現象が起きるため、発芽や発根に支障をきたしてきた。また、有機質材が少ない工法であるため、肥料養分が短期間に降雨などで流失してしまうことがある。

これらの欠点を補う配合としておもな汚泥堆肥吹付の特徴は、高度化成肥料を減量し草丈の急激な成長を抑え、遅効性肥料を用いることで根伸の生育を促す。

りん酸肥料及び家畜堆肥を混合することで、不足した有効態りん酸の改善を図る。

浄水汚泥に凝集剤が含まれるため、粘着剤が不要となり客土材の流失を防ぐ効果がある。土壌菌粉体は、土壌の団粒構造形成と肥料養分を分解し地中に浸透させる効果がある。硬質ゼオライト（沸石の岩を砕いたもの）は保肥力を増強し（CECを高める）、土壌微

表-2 浄水汚泥の土壌分析結果

項目	標準値	浄水汚泥	評価
pH(H2O)	5.5~6.5	6.4	
有効態りん酸 mg/100g	20~50	2.5	×
置換性カリ mg/100g	20~40	19.1	×
置換性苦土 mg/100g	30~50	32.4	
置換性石灰 mg/100g	150~300	233.7	
塩基飽和度 %	60~80	83.5	
腐植含有量 %	3.0~7.0	2.65	×
りん酸吸収係数 mg/100g	600~1000	1468.0	×
塩基置換容量(CEC) me/100g	10~20	12.4	
電気伝導度(EC) Ms/cm	1.0以下	0.33	
粘土分 %	10.0	8.2	
シルト分 %	25.0	36.4	
砂分 %	65.0	55.2	
礫分 %		0.2	

生物の増殖に効力を発揮する。

種子は、気象条件、土壌条件による様々なリスクに対応するため、4種混合としている。また、景観と維持管理に考慮することで、試行的にいずれの草種も草丈の伸びない矮性タイプとし、付近住民が憩う市街地区域には、公園芝向きのものとしている。

表－3 配合比較表（厚3cm）

名称	品名	10.0㎡当り使用量			
		従来工法		浄水汚泥・堆肥種子吹付工	
		一般	市街地	一般	市街地
種子	ケンタッキーブルーグラス（普通種）	0.4kg		0.4kg	
	ケンタッキーブルーグラス（パーティティア）		0.4kg		0.4kg
	ケンタッキーブルーグラス（パロン）		0.4kg		
	クリーピングレッドフェスク（普通種）	0.4kg		0.4kg	
	クリーピングレッドフェスク（ペンローン）		0.4kg		
	ペレニアルライグラス（アクセント）				0.4kg
	ペレニアルライグラス（マンハッタン）		0.4kg		
	トールフェスク	0.8kg			
高度化成肥料	トールフェスク（ビクシー）				0.4kg
	ハードフェスク（クリスタル）				0.4kg
有効成分（N:P:K）合計40%以上		16.0kg		8.0kg	
りん酸肥料	有効りん酸成分20%以上	-	8.0kg	10.0kg	
運効性肥料	被覆複合山型タイプ（N:P:K）合計40%以上	-		5.0kg	
粘着材	液体		24.0kg		-
養生材	ファイバー		20.0kg		20.0kg
土壌改良材(A)	アズミン・アースメークなど		12.0kg		-
	土壌菌粉体		-		6.0kg
土壌改良材(B)	ビートモスなど		200.0%		-
	硬質ゼオライト		-		100.0kg
客土材	吹付用客土		3.0m3		-
	家畜堆肥		-		2.0m3
	浄水汚泥		-		1.0m3

4. 施工について

以前、高含水比の浄水汚泥を天日乾燥したものを使用したため凝集剤の固化現象が生じ、吹付タンク内につまることがあった。現在では旭川市浄水場から中間処理業者が機械脱水、粉碎した浄水汚泥を現場に搬入しているため、吹付用客土材としては非常に良好で、施工性の向上につながった。それ以降の工程は従来工法である客土吹付工と同様で、吹付タンク内にベルトコンベアで浄水汚泥を投入し、家畜堆肥及び土壌改良材等と水を混合攪拌して、基層を吹き付ける。基層完了後、養生材、肥料、種子を種子吹付機により水で混合攪拌し、表層を吹き付し完了となる。



写真－3 吹付状況



写真－4 吹付後堤防植生状況

5. 調査結果

5.1 経済性比較調査

浄水汚泥と家畜堆肥というリサイクル材の有効活用を図ることで、従来工法と比較して、材料費が安価になった。平成16年度旭川で実施した汚泥堆肥吹付（t = 3cm）の配合では、従来工法（t = 3cm）と比較し1㎡当り約5%の単価（直接工事費）縮減となった。

5.2 耐久性比較調査

汚泥堆肥吹付は速効性の高度化成肥料を減量しているため、吹付後初期段階での葉茎は短いものの、根の長さは従来工法の2倍近い長さとなった。これは、高度化成肥料の力で簡単に草丈が伸びる従来工法に対し、汚泥堆肥吹付の草丈はゆっくりと伸び、根は家畜堆肥や土壌改良材等の養分が地中に浸透したため、奥深くまで養分を求め伸びたためであると考えられる。また、年数の経過と共に、汚泥堆肥吹付の草丈は良好に伸び、現時点で衰退や株化現象は見られていないが今後とも種子配合を見すえた生育状況の追跡調査を進めていきたい。



写真-5 従来工法



写真-6 汚泥堆肥吹付

また、年数の経過と共に、汚泥堆肥吹付の草丈は良好に伸び、現時点で衰退や株化現象は見られていないが今後とも種子配合を見すえた生育状況の追跡調査を進めていきたい。

表-4 追跡調査

〔面積 100cm²当り〕

内容	工種	従来工法 (3 cm)			汚泥堆肥 (3 cm)			汚泥堆肥 (5 cm)		
		吹付年	1年後	3年後	吹付年	1年後	3年後	吹付年	1年後	3年後
芝密度調査 (本)		48.0	34.0	36.0	84.0	71.0	49.0	78.0	60.0	55.0
葉茎伸長調査 (cm)		11.0	10.0	20.0	10.0	10.0	27.0	11.0	13.0	25.0
根伸長調査 (cm)		6.0	6.0	9.0	9.0	9.0	14.0	9.0	10.0	15.0

(東旭川築堤試験地点 標準芝密度 50 本/100cm² 8月分)

5.3 今後の課題

浄水汚泥に含まれている凝集剤の影響でリン酸吸収係数が高くなり、リン酸肥料の増肥が必要であるため削減方法の検討が望まれている。また、浄水汚泥を中間処理業者に託すことなく利用できればコスト縮減にもつながるため、自治体との連携及び技術開発が必要となっている。家畜堆肥の品質（発酵腐熟度）にバラツキがあり、吹付工に適した品質を設定することが、今後の検討課題となっている。

6. まとめ

旭川市では浄水汚泥が年間約2千m³発生し、その多くは産業廃棄物として処分され、家畜堆肥については農業以外の用途が限られていることから堆積されたままの状態が多く再利用は思うように進んでいないのが現状である。浄水汚泥と家畜堆肥を良質な植生基盤材として活用することで、浄水汚泥は還元され、家畜堆肥の新たな用途により家畜排泄物利用法の推進にもつながるものと考えられる。

河川堤防から発生する刈取草を地元家畜農家に供給し、それを食す牛から出る家畜堆肥と河川水から発生する浄水汚泥とを客土材に利用することは循環型社会の形成の一つでありより一層の拡大を期待している。さらには堤防植生の緑化基盤のみならず公園、ゴルフ場等の植生基盤材にも利用できる可能性がある。

リサイクル材には今後大いに目を向ける必要があり、限りある自然の営みに添った豊かな植生基盤づくりが今後広く普及されていくことを期待したい。