

家畜ふん尿から生成される肥料を用いた 道路法面緑化に関する基礎的実験

Basic experiment concerning road slope greening using fertilizer generated from livestock excreta

(株) 構研エンジニアリング	○正員	小林	一人
北海日植株式会社		福田	一誠
(株) 構研エンジニアリング		岩倉	敦雄
(株) 構研エンジニアリング		中村	哲也
(株) 構研エンジニアリング	正員	保木	和弘
北見工業大学	フェロー	鈴木	輝之

1. はじめに

北海道は広大な土地を利用した酪農が盛んであり、家畜から多量のふん尿が排出されている。排せつ物は不適切に放置すると環境汚染の原因となることから、1999 年に『家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律』が施行された。本法律は、家畜排せつ物の管理の適正化および利用促進を目的としているが、酪農を営む者にとって大量の排せつ物を処理することは経済的に大きな負担となる。

家畜ふん尿の処理および近年問題となっている地球温暖化の観点から、酪農分野においてはバイオガスプラントが注目されている。バイオガスプラントは、家畜ふん尿を適切に処理できるほか、堆肥、消化液、メタンガスが得られるという環境に優しい施設である。しかし、わが国では経済的な理由から施設の普及が進まないのが現状である。

一方、著者らが専門とする道路分野に目を向けると、環境負荷の少ない循環型の道路整備が求められている。また近年、異常気象の多発により道路法面の崩壊が各地で発生しており、法面保護工の必要性が高まっている。

法面保護工は、法面にコンクリート製枠や植生などで被覆し、風化・侵食を防止することで法面の長期的な安定化を図る工法であり、法面植生工が最も多く利用されている。

以上を踏まえ、本研究では法面植生工の基材の一部を



写真 - 1 実験風景

バイオガスプラントで処理した家畜ふん尿（以下、堆肥・消化液と呼称する）に置き換えることにより、環境に優しい道路整備、家畜排せつ物の利用促進、ひいては農業分野と道路分野の連携による双方の発展を目指し、家畜排せつ物を利用した法面植生工の可能性について検討した。本研究では特に、急勾配である切土法面への適用性（施工性）と、地山土質（凍上性・肥沃性）の違いによる植生の成長度合いに着目した。

2. 実験概要および肥料成分分析

実験に用いた法面を写真 - 1 に示す。また、実験で使
用した法面の寸法を図 - 1 に示す。

実験法面は、北見工業大学構内にある人工法面(法勾配は 1:1.2、幅 20m×法長さ 5m=植生面積 100m²)で 4 ケース(各ケース 25m²)の実験を実施した。実験ケース一覧を表 - 1 に示す。実験は、堆肥・消化液の道路法面緑化への適用性を検討することを目的に、実際に植生工として用いられている植生基材吹付工と種子散布工について高度化成肥料を堆肥・消化液に代替した形(模式図参照)で配合し、法面に植生を施した。

○種子散布工

種 + ファイバー + 水溶性肥料（高度化成） + 水
↓
消化液

○植生基材吹付工

「肥料（高度化成）」+「水」+「種」+「ピートモス」+「ファイバー」

↓ ↓

「消化液」 「堆肥」

模式図 配合例

また基盤材として、非凍上性土であり土中養分が不足しているとされる火山灰と凍上性土であり肥沃な粘性土・黒土を用いた場合を比較し、凍上性・肥沃性の異なる基盤材が植生状況に与える影響を検討した。さらにプレキャスト枠工の有無により基盤材の安定度が植生状況に与える影響も同時に検討している。

使用する堆肥・消化液は、北海道別海町にある別海資

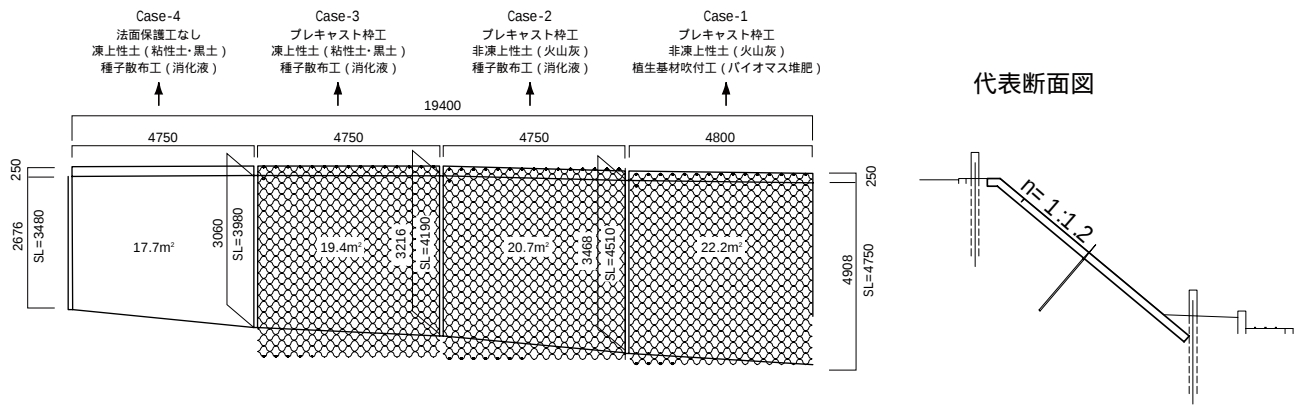


図 - 1 実験法面寸法

表 - 2 肥料成分含有量

分析項目	単位	種子散布工 (消化液)	種子散布工 (高度化成)	堆肥	植生基材 吹付工 (堆肥+消化液)	植生基材 吹付工 (高度化成)
窒素(N)	wt%	0.33	0.6	0.6	0.54	0.29
りん酸 (P2O5)	wt%	0.13	0.6	2.8	2.20	0.33
加里(K2O)	wt%	0.48	0.6	0.99	0.88	0.06
銅(Cu)	mg/kg	47	--	13	--	--
亜鉛(Zn)	mg/kg	330	--	97	--	--
石灰(CaO)	wt%	0.1	--	0.6	0.10	--
有機炭素量 (C)	wt%	1.1	--	9.5	1.65	--

表 - 1 実験ケース一覧

	植生工	基盤材	法面 保護工
Case1	植生基材吹付工 (堆肥・消化液)	非凍上性土 (火山灰)	有
Case2	種子散布工 (消化液)	凍上性土 (粘性土・黒土)	無
Case3			
Case4			

法面保護工はプレキャスト枠工

表 - 3 有害物質含有量

分析項目 ¹ (mg/kg)	消化液	堆肥	許容量 ²
ヒ素(As)	非検出	非検出	5
カドミウム (Cd)	非検出	非検出	0.5
水銀(Hg)	非検出	非検出	0.2
ニッケル	4.6	5.9	30
クロム	4.3	7.8	50
鉛	非検出	非検出	10

¹ 乾燥重量当たりの含有量

² 含有を許される有害成分の最大値のこと(肥料取締法)

源循環実験施設から提供していただき、北見工大まで搬送した後、現地において配合した。

なお、実験を行う前に、使用する堆肥・消化液の肥料成分含有量を確認し、道路法面緑化に通常用いられている高度化成肥料と比較した。また、堆肥・消化液に含まれる成分の内、環境汚染など周辺地域に悪影響を及ぼす有害成分が含まれていないか調査を実施した。これらの成分調査は肥料取締法に基づき実施している。

表 - 2 に本実験で使用した堆肥・消化液の肥料成分含有量について、表 - 3 に有害物質含有量について示す。表 - 2 より、本実験で用いる堆肥・消化液の肥料成分は高度化成肥料を用いた場合との差異はあるものの肥料としての効果を十分に期待できるものと考えられる。また、表 - 3 より、堆肥・消化液に含まれる成分は肥料取締法で定められた許容値以内であり、肥料としての取扱いが可能であることを確認している。

3. 施工および実験結果

施工は 2008 年 8 月 5 日に実施し、配合は当日実施した。Case1 で実施した植生基材吹付工では、一般的な施工機械による吹付が可能かつ法面への接着が可能となる粘性を保持する必要があったが、適切な配合割合を設定することで施工可能であった。本実験では吹付基材と法面の接着状態を良好にするラス網を使用しておらず、堆肥・消化液を用いた植生基材吹付工の吹付厚は、現地施工時における吹付可能な最大厚さである 3cm とした。

また、ふん尿から生成された肥料であり、悪臭による周辺環境への弊害が懸念されることから、施工時および施工後に臭気調査を実施した。臭気調査は、嗅覚に個人差があることから 5 名の固定した人員により行っている。また同時に客観的な視点から評価するため、アンモニア濃度測定を実施した。臭気は、施工中において若干認められたが、施工後 10 日程度経過時には全調査員が無臭であると判定したため、実験開始から 2 週間程度経過し

実験ケース		2週間経過 8/20	4週間経過 9/3	5週間経過 9/12	6週間経過 9/18	8週間経過 10/1
Case1 プレキャスト枠工 非凍上性土(非肥沃) 植生基材吹付工	植生基材吹付工 (バイオマス堆肥) 非凍上性土 (火山灰)					
Case2 プレキャスト枠工 非凍上性土(非肥沃) 種子散布工	種子散布工 非凍上性土 (火山灰)					
Case3 プレキャスト枠工 凍上性土(肥沃) 種子散布工	種子散布工 凍上性土 (粘土、黒土)					
Case4 凍上性土(肥沃) 種子散布工	種子散布工 凍上性土 (粘土、黒土)					

図 - 2 植生状況写真

た段階で臭気調査を終了した。なお、アンモニア濃度測定においては、施工時から一切検知しなかった。

図 - 2 には、各ケースを 1 週間程度毎に定点撮影した写真を抜粋して示す。図 - 2 より、2 週間経過後の写真に着目すると、法面上部に農業用シートを被覆している様子がうかがえる。これは、施工が 8 月の猛暑時であり、さらに降雨の少ない厳しい気象条件下にあったため、施工後法面の保護を目的として実施したものである。植生が目立ち始めた 2 週間程度経過後には、シートを外している。なお、4 週間程度経過後までは、シート被覆箇所の植生が目立っているが、その後はシートを被覆していない法面下部の植生が同程度の植被状況となっていることがわかる。

また、植生の色に着目すると、緑度が Case1 において突出していることがわかる。これは、表 - 2 に示すように堆肥・消化液を用いた植生基材吹付工の肥料成分の含有量が多いことに起因しているものと考えられる。

図 - 3 には植被率の推移を、図 - 4 には草丈の推移を示している。横軸は実験開始(2008 年 8 月 5 日)から植生の成長が止まる 10 月 1 日時点までの時系列を、縦軸にはそれぞれ植生全体の植被率と草丈を示している。また、図 - 5 および図 - 6 には、アメダス北見における実験期間中の降水量と日照時間を気温とともに示している。

図 - 3 より、実験開始から 10 日程度で全てのケースにおいて植被が始まっている。しかしながら、その植被率は各ケースでばらつきがあることがわかる。Case1 においては、生育当初は Case2～Case4 よりも植被率が低い、その後は順調に植被率が上昇し、施工から 2 ヶ月経過時点では最も高い植被率を示した。一方、Case2 に着目すると、初期生育は Case1 よりも高い植被率を示したが、その後の推移は他のケースに及ばず、施工から 2 ヶ月程度経過した時点では植被率が 85%程度となっている。これは初期生育の段階において、Case1 の植生基

材吹付工が固結したために発芽しにくい状態であったためと推察される。またその後の生育においては、肥料成分の差異が顕著に示されたものと推察される。Case3 および Case4 においては、ほぼ同程度の推移を示しており、法面保護工の有無が植被率に影響を与えないことを示唆している。

なお、基盤材の種類やプレキャスト枠工の有無、工種の違いにかかわらず、全てのケースにおいて施工 1 ヶ月後には法面植生の判定基準²⁾となる 70%以上の植被率に達しており、法面植生工としての基準を満たしていることを確認した。

図 - 4 には、草丈の推移を示す。全てのケースにおいて施工後 1 ヶ月程度経過時点ではほぼ同程度の推移を示していることがわかる。その後 9 月 4 日～9 日の期間において、Case2 を除いた 3 ケースでは、急激な上昇傾向を示した。これは、図 - 5 および図 - 6 より、9 月 2 日～4 日までの期間に多量の降雨があったこと、また、9 月 4 日～6 日までの期間の日照時間が長かったため、植生に好影響を与えたことによるものと推察される。一方 Case2 においては、前述したように基盤となる土壤に含まれる肥料分が少なかったために、他のケースよりも草丈が伸びなかったものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、バイオマスプラントから生成される堆肥・消化液の利用促進と環境に優しい道路整備を目的として、堆肥・消化液の道路法面緑化への適用性について検討を行った。

本実験範囲内における検討結果は以下のようである。

- 1) 堆肥・消化液を用いた植生基材吹付工は、配合量を適切に設定することで、一般的に使用される施工機械での吹付が可能となる。また、ラス網を用いることでさらに厚く吹き付けることが可能に

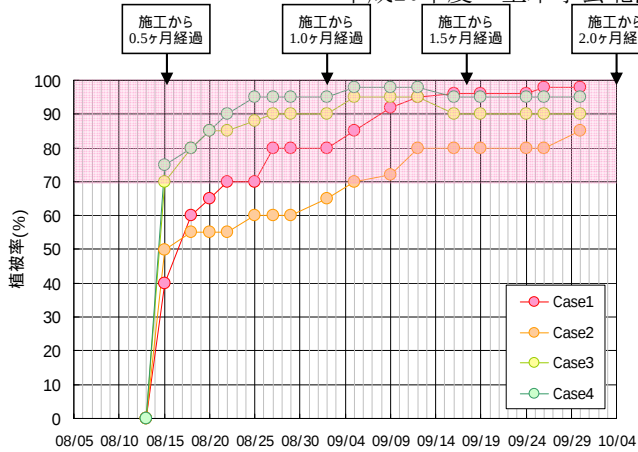


図 - 3 植被率の推移

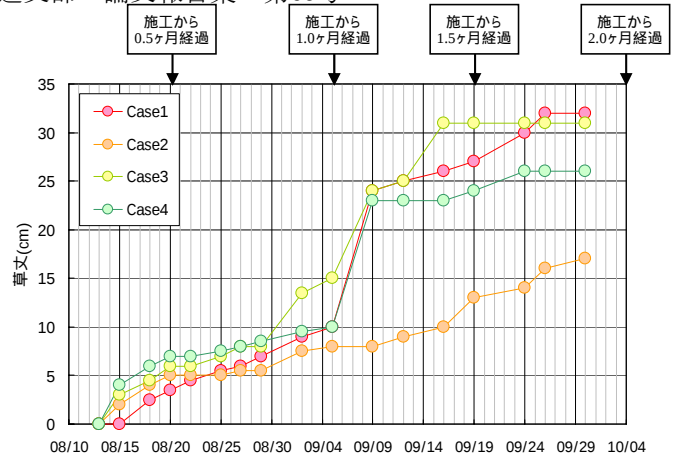


図 - 4 草丈の推移

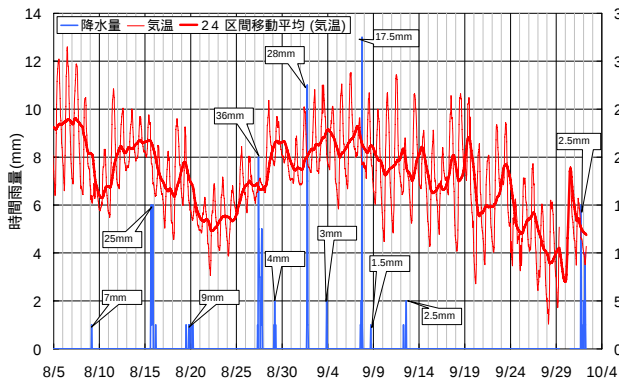


図 - 5 降水量と気温の推移(アメダス北見)

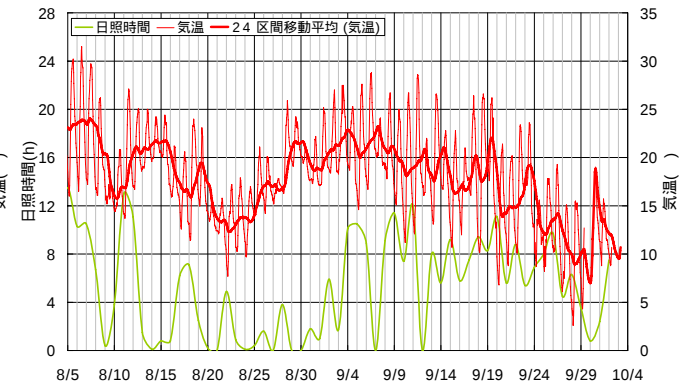


図 - 6 日照時間と気温の推移(アメダス北見)

なると考えられる。

- 2) 臭気調査より、施工中においてもほぼ無臭であり、施工後2日間程度で全調査員が無臭と判定したため、悪臭による周辺環境への影響はほとんどないものと考えられる。
- 3) 基盤材の種類やプレキャスト枠工の有無、工種の違いにかかわらず、本実験で実施した4ケース全てが、植生工の判定基準である70%以上の植被率に達した。これより、土中養分が不足するとされる非凍上性地盤に対する堆肥・消化液の適用可能性を示している。
- 4) 植生基材吹付工を実施したCase1においては、生育初期の植被率が他ケースに比較して劣っていたものの、施工後2ヶ月程度経過時点においては、植被率、草丈、緑度全てにおいて、最も良好な傾向を示した。
- 5) 火山灰に種子散布工を実施したCase2では、火山灰自体の肥料分が少なかったため、基盤材が粘性土・黒土であるCase3およびCase4よりも生育が劣る傾向であった。
- 6) Case3およびCase4より、法面保護工の有無にかかわらず、ほぼ同程度の生育状況であった。

5. 今後の課題

今後の課題としては、本年度に実験した法面におい

て次年度以降の経過を継続して観察し、バイオマス植生の維持状態を把握したいと考えている。さらに、実際に使用されている高度化成肥料を用いた法面植生工との比較等を実施し、実現場での適用性検討を実施するとともに、実用化に向けた堆肥・消化液の調達方法の検討を進めたいと考えている。

謝辞

本論文をまとめるに当たり、独立行政法人土木研究所寒地土木研究所寒地農業基盤研究グループ資源保全チームの石田哲也氏には、堆肥・消化液の提供や多くのアドバイス等多大なるご支援を頂いた。また、北見工業大学土木開発工学科社会基盤工学講座の学生各位には、実験時の調査・観測作業において多大なるご支援をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 北海道開発土木研究所：積雪寒冷地における乳牛ふん尿を対象とした共同利用型バイオガスシステム導入の参考資料、2006.3
- 2) 日本道路協会：道路土工 法面工・斜面安定工指針、2007.3
- 3) 全国特定法面保護協会：法面緑化工の手引き、2006.11