

河川砂防技術研究開発 【成果概要】

①研究代表者		氏 名（ふりがな）	所 属	役 職	
		たまき ひとし 玉置 仁	石巻専修大学理工学部	教授	
②技術研究 開発テーマ	名称	生物化学の手法を活用した掘削土・刈草・除伐材の資源化技術開発			
③研究経費（単位：万円）		平成 28年度	平成 29年度	平成 30年度	総 合 計
※端数切り捨て。		98万円	344 万円	56 万円	498 万円
④研究者氏名（研究代表者以外の研究者の氏名、所属・役職を記入下さい。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）					
氏 名		所属機関・役職（※平成 年3月31日現在）			
高崎 みつる		石巻専修大学理工学部・教授			
⑤研究の目的・目標（様式地河-1、地河-2に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。）					
北上川水系、鳴瀬川水系では流下能力を上げるための河道掘削により、膨大な掘削残土が毎年発生している。掘削土については、可能な限り築堤材等として有効利用をしているが、残土処理費や改良費がかかることが課題となっている。また河川管理においては、北上川下流河川事務所所管河川の管理総延長は210.5kmであり、年2回の除草と樹木伐採を実施しているが、刈草については一般向けに無償提供を行ってはいないものの、これらが維持管理費を圧迫している状況にある。以上のことから、河道掘削で発生した掘削土と維持管理で発生した刈草・伐採木を処理する費用を軽減していくことは、戦略的維持管理の時代に移っている昨今では重要な課題となっている。 そこで本研究では、河道掘削により発生した掘削土、維持管理で発生した除伐材などの処理費用を軽減するため、掘削土・除伐材等とを混合し、生物化学の手法を用いて農業・園芸用の土(以下、作土という)として安価かつ短期間で「資源」として再生させる手法を開発することを目的とする。					

⑥研究成果

1. 研究の背景, および目的:

北上川水系, 鳴瀬川水系では流下能力を上げるための河道掘削により, 膨大な掘削残土が毎年発生している。掘削土については, 可能な限り築堤材等として有効利用をしているが, 残土処理費や改良費がかかることが課題となっている。また河川管理においては, 北上川下流河川事務所所管河川の管理総延長は210.5kmであり, 年2回の除草と樹木伐採を実施しているが, 刈草については一般向けに無償提供を行ってはいないものの, これらが維持管理費を圧迫している状況にある。以上のことから, 河道掘削で発生した掘削土と維持管理で発生した刈草・伐採木を処理する費用を軽減していくことは, 戦略的維持管理の時代に移っている昨今では重要な課題となっている。そこで本研究では, 河道掘削により発生した掘削土, 維持管理で発生した除伐材などの処理費を軽減するため, 掘削土・除伐材等とを混合し, 生物化学的手法を用いて農業・園芸用の土(以下, 作土という)として安価かつ短期間で「資源」として再生させる手法を開発することを目的とした。

2. 3カ年の研究内容:

図1に本研究のスキームの概要を示す。最終年度においては, ①掘削土・除伐材チップ混合土の微生物処理による団粒状掘削土の評価, ②微生物処理を施した試験土壌を用いての植物栽培実験, ③海藻アラメを用いた低コストな団粒掘削土の作成, ④実験圃場での検討を実施し, 掘削土・除伐材等混合土壌の作土化に向けての提案を行った。

3. 研究成果:

3-1. 昨年度までの研究成果:

掘削土の土壌構造を解析したところ, 比重が高いことから土壌が硬く, また細かな1次粒子によって形成された非耐水性の大きな土塊であり, このままでは作土として不適であることが推定された。このことから掘削土を作土にしていくためには, 大きな土塊を解消(細粒化)させた後に団粒化処理を行い, 大小の粒子を混合させることで比重を軽くし, 適度な土壌硬度にすることが重要であることが分かった。掘削土の細粒化にあたっては, 10v/w%(含水比:ca 70%)にあたる加水後の攪拌により, 土塊が容易に細かくなることが分かった。また細粒化を施した掘削土に海藻由来の粘質多糖類を加えての混合や, それらに微生物を植種することにより, 比重と土壌硬度の低減といった団粒状を呈した土壌を作成することができた。

さらに現地検証実験のための実験圃場を整備した。自然環境下に放置された掘削土については作土に適さなかったが, 除伐材と刈草を敷くことで通気性を確保し, その上に投入された干し草との混合掘削土を耕すことで, 作土化に関与するミミズの増加がみられた。

3-2. 疑似現場実験:

実験に供する掘削土については, 宮城県吉田川右・左岸の13.3km, ならびに同河川27.1~28.3km右岸の掘削現場から採取した。また比較対照としてFOREX社製の園芸培養土(以下, 市販培養土)を用いた。

3-3. 掘削土・除伐材チップ混合土の微生物処理による団粒状掘削土の評価:

掘削土の大きな土塊を細かくした後に海藻由来の粘質多糖類を加えての混合により, 作土化に向けての土壌改質を認めることができたが, 降雨等に伴う細粒化が課題に挙げられた。そこで微生物を植種し有機物を分解させることで, 土粒子間の結びつきの強化(団粒性維持)と生分解による土壌栄養分への影響を検討した。

実験材料として, ①Con.;掘削土(100g), ②DS+W;掘削土(100g)+除伐材チップ(30g), ③ADS+W;団粒状掘削土(100g)+除伐材チップ(30g), ④ADS+HH;団粒状掘削土(100g)+除伐材チップ(13.1g)+米ぬか(10.4g)+腐葉土(6.5g), ⑤ADS+LH;団粒状掘削土(100g)+除伐材チップ(18.3g)+米ぬか(10.4g)+腐葉土(1.3g)を準備した(括弧内はいずれも湿重量表記)。除伐材チップについては, 宮城県森林組合連合会ウツリサイクルセンターから提供されたもの(Sサイズ)を用いた。また団粒状掘削土とは, 10v/w%加水による細粒化処理後に1w/w%のアルギン酸を加えて混合し作成した土壌である。なお試料性状の均質化のため, 易分解性の有機質材料として米ぬか(たまご屋商店製顆粒・脱脂糖)を, 微生物源として市販腐葉土(カネア製金の腐葉

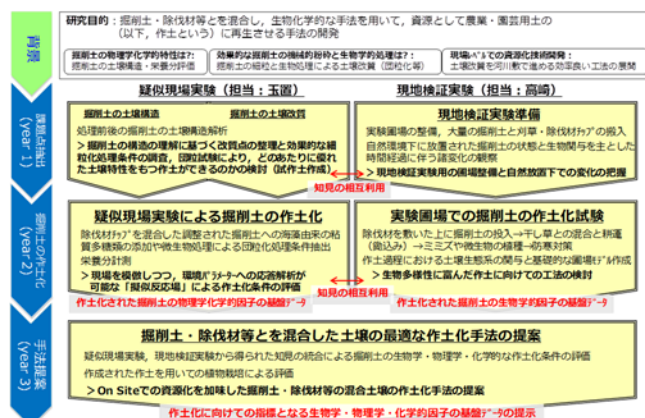


図1 本研究スキームの概要

土)を用いたが、米ぬかについては他の易分解性の生草などを、腐葉土については山林等から採取したものを利用することにより、コストを削減することができる。これら試料をシリコンで栓をした滅菌容器に入れて、25℃の暗条件下で培養し、また1～3日の頻度で繰り返し(60rpm, 1分間)を行うことにより発酵を促した。なお含水比が50%を下回った場合には、適宜加水により調節した。

腐葉土を加えたADS+HHとADS+LHともに、実験開始から1週間程度で土壌中のpH上昇とアンモニア臭が確認され、微生物による関与が推察された。一方、掘削土や除伐材チップを加えたDS+Wでは、そのような現象は認められなかった。上昇したpHが下がり中性付近で安定した培養開始から27日後に試料を取り出したところ、ADS+HHとADS+LHでは団粒の形成と微生物による除伐材チップの細片化が見られ、また比重や土壌硬度の低減といった改質が確認された。次にこれらの土壌を水に浸けて団粒分析を行ったところ、未処理の掘削土(Con.)に比べて、DS+W, ADS+W, ADS+LH, もしくはADS+HHの順に、加水により細粒化する粒子の割合が減っており、団粒を維持した土壌を作成することに成功した(図2)。特にADS+LHでは、掘削土と比較して、細粒化した粒径0.075mm未満の粒子の割合が20%減となっていた。また表1には、アルギン酸、もしくは微生物処理後の土壌の栄養分を示す。掘削土やDS+Wについては、窒素とリン酸の不足が示唆されたが、微生物処理を施したADS+HHやADS+LHに関しては、石灰苦土比が低い値とはなるが、有機質材料の添加や生分解を受けてか、窒素と可給態リン酸濃度が上昇し、市販培養土と同程度となっていた。以上のことから、粘質多糖類を添加し団粒化させた掘削土に有機質材料を加えて微生物処理を施すことにより、比重や土壌硬度の低減、降雨時でも細粒化しにくい団粒の形成、栄養分の上昇といった作土化にむけて改質された土壌を作成することができた。なおこれらの土壌については、市販培養土に比べて耐水性団粒の割合が低くなるが(図2)、その強熱減量が市販培養土の1/3程度と少ないことから、さらに除伐材チップ等を加えることにより、細粒分の割合を減らすことができる。

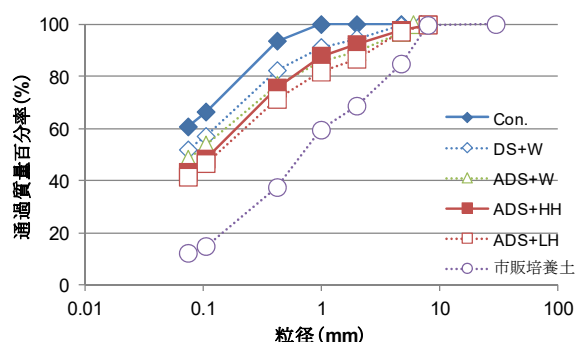


図2 アルギン酸添加、および微生物処理を施した掘削土の耐水性団粒の割合の変化

表1 アルギン酸添加、および微生物処理を施した掘削土の栄養分の変化。1) JA 全農肥料農薬部 土壌診断のほどガイド、2) 財団法人日本土壌協会 土壌診断によるバランスのとれた土づくり VOL.3、3) 藤原俊六郎編 農文協 土壌肥料用語辞典、2003、4) 財団法人日本土壌協会 土壌診断によるバランスのとれた土づくり VOL.2

	Con.	DS+W	ADS+HH	ADS+LH	市販培養土	目安
塩基置換容量 CEC (mg当量/100g D.W.)	18	20	25	28	20	10~15以上 ¹⁾
全窒素 (mg/100g D.W.)	60	60	238	235	243	
可給態リン酸 (mg/100g D.W.)	< 6.3	< 6.6	350	248	228	10~100 mg/100g D.W. ²⁾
全リン酸 P ₂ O ₅ (mg/100g D.W.)	91	100	742	731	593	
置換性カリウム K ₂ O (mg/100g D.W.)	14	35	350	345	578	15mg/100g D.W.以上 ³⁾
置換性カルシウム CaO (mg/100g D.W.)	403	393	420	373	258	200mg/100g D.W.以上 ³⁾
置換性マグネシウム MgO (mg/100g D.W.)	66	58	280	276	228	25mg/100g D.W.以上 ³⁾
可給態ケイ酸 (mg/100g W.W.)	45	28	94	81	82	15mg/100g D.W.以上 ¹⁾
苦土カウム比 MgO/K ₂ O	11	4	2	2	1	2以上 ⁴⁾
石灰苦土比 CaO/MgO	4	5	1	1	1	3.7~7.0 ²⁾

3-4. 微生物処理を施した試験土壌を用いての植物栽培実験:

粘質多糖類を添加し団粒化させた掘削土に有機質材料を加えて微生物処理を施したところ、物性、ならびに栄養分に関して作土化に向けた改質が認められたことから、その効果を植物栽培により検証した。実験材料として、微生物処理を施したADS+LH、未処理の掘削土(Con.)、市販培養土を用いた。これらの土壌を3号ポットに約300g入れた後、ハウレンソウの種(渡辺採種場(株)製 朝霧)を3粒播種した(n=4)。なおADS+LHと掘削土については、播種前に含水比が50%になるように調整した。播種を行った試験土壌を18℃、照度12.5±3.5Klux(L:D=12:12)に調節した人工気象器に入れて栽培実験を行った。なお土壌の乾燥が見られた際には、適宜、加水により調整した。

図3にハウレンソウの発芽率の変化を示す。ADS+LHに関しては、播種後の6日目から発芽が見られ、15日目には発芽率が100%に達した。一方、未処理の掘削土(Con.)については、栽培から27日目の発芽率が75±17%であった。このことから、微生物処理を施したADS+LHに関しては、種子が十分に発芽できる土壌であることが推定された。また発芽した後の草体の伸長に関しては、栽培から27日目の段階で、4.0±0.8cm(ADS+LH)、1.3±1.3cm(Con.)、3.4±1.2cm(市販培養土)となり、ADS+LHにおいて良好な生育が認められた。一方、未処理の市販培養土に

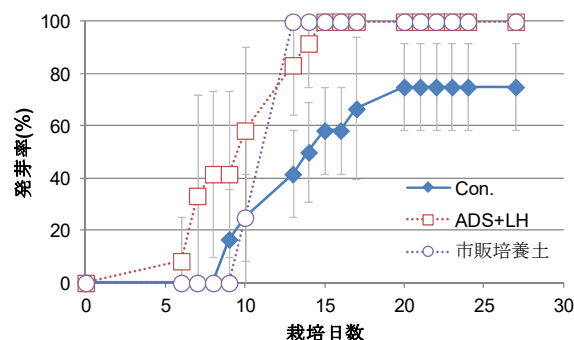


図3 掘削土、微生物処理を施した掘削土に播種したハウレンソウの発芽率の変化

関しては、発芽率が75%程度とはなかったが、その後の草体に衰弱が見られ、作土としては不適であることが再確認された。次に栽培から28日目のホウレンソウのバイオマスの変化を図4に示す。ADS+LHで栽培したホウレンソウのバイオマスが最も高く、市販培養土の2倍程度の収量となった。以上のことから、粘質多糖類を添加し団粒化させた掘削土に有機質材料を加えて微生物処理を施した土壌を用いて、ホウレンソウの栽培実験を行ったところ、十分な発芽率と良好な草体の生育が見られたことから、本手法により作成された土壌については、作土として有効であることが推定された。

3-5. 海藻アラメを用いた低コストな団粒掘削土の作成：

掘削土の作土化にあたっては、粘質多糖類の添加による団粒化が有効であることが示唆されたが、その処理に際して薬品のアルギン酸ナトリウムを使用したため、コストの増加が課題として挙げられた。そこで図5に示した海岸に漂着している粘質多糖類を含む海藻(アラメ)の利用による低コストな掘削土の団粒化手法を検討した。採取したアラメを脱塩した後、5cm角にトリミングした側葉100g w.w.に30mlの蒸留水を加えてミキシング(1分間、15,800rpm)を行い、アラメ粘性液を作成した。実験材料については、10gのアラメ粘性液を加える掘削土量を100g、70g、50g、30gと変えて、1分間、120rpmで攪拌した後、新たに掘削土を足して再攪拌を行い、その全量を100gに調整した土壌とし、掘削土とアラメ粘性液との混合条件を変化させた。また粘性液添加・攪拌後の50gの掘削土に、乾燥させた掘削土50gを加えた土壌も作成した。なお比較対照として、未処理の掘削土(Con.)と市販培養土を用いた。

表2にアラメ粘性液を加え混合した土壌の乾燥密度、気相率、土壌硬度の変化を示す。アラメ粘性液を加えて混合することにより、未処理の掘削土に比べて比重と土壌硬度が低減し、気相率に関しては市販培養土と同程度のレベルに上昇することが分かった。またアラメ粘性液添加系のなかでは、掘削土50g、もしくは70gに粘性液を添加・混合後、掘削土を足してその全量を100gにした土壌(50:50 & 70:30)に良好な値が認められた。続けてこれらの土壌を対象にして団粒分析を行ったところ、加水により細粒化した画分(< 0.075mmの粒子)の割合が、掘削土(Con.)に比べて5%程度減少し、降雨等で水に浸った場合においても、団粒が維持されやすい傾向が示唆された(図6)。

表2 アラメ粘性液の添加・混合により作成された団粒状掘削土の比重、気相率、土壌硬度の変化。アラメ粘性液添加系の表記→粘性液を加えた掘削土量:その後に加えた掘削土量

実験系		乾燥密度 (g/cm ³)	気相率(%)	土壌硬度 (kg/cm ³)
Con.		0.88 ± 0.10	16.1 ± 10.8	2.5 ± 0.8
アラメ粘性液添加系	100:0	0.58 ± 0.05	33.1 ± 14.2	0.7 ± 0.2
	70:30	0.54 ± 0.04	46.2 ± 4.8	0.6 ± 0.2
	50:50	0.55 ± 0.05	43.5 ± 6.0	0.4 ± 0.1
	30:70	0.60 ± 0.04	36.7 ± 5.5	0.9 ± 0.3
	50:50(乾)	0.57 ± 0.06	48.0 ± 5.8	1.6 ± 0.5
市販培養土		0.23 ± 0.01	38.4 ± 3.3	0.03 ± 0.02

以上のことから、海岸に漂着した海藻アラメから作成した粘性液を掘削土に加えて混合することにより、比重と

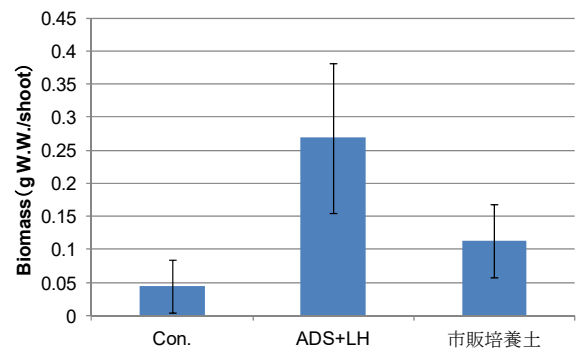


図4 掘削土、微生物処理を施した掘削土で栽培したホウレンソウのバイオマスの変化(栽培28日目)



図5 海岸に漂着した粘質多糖類を含む海藻のアラメ(東松島市波津々浦干潟)

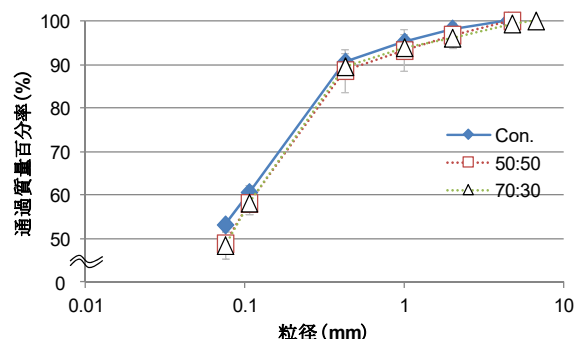


図6 アラメ粘性液の添加・混合により作成された団粒状掘削土の耐水性団粒の割合の変化。アラメ粘性液添加系の表記→粘性液を加えた掘削土量:その後に加えた掘削土量

土壌硬度の低減、気相率の上昇、降雨時でも細粒化しにくい団粒の形成といった作土化に向けての改質が認められ、先の実験で使用していたアルギン酸ナトリウムの代替材になりうるものが推察された。また漂着した粘質多糖類を含む海藻の利用により、コストを削減しての掘削土の団粒化が可能となった。

3-6. 実験圃場での検討:

通気性等の確保のために除伐材や刈草を敷いた後、その上に刈草と混合させた掘削土(約80m³)を入れて整備を行った実験圃場(2017年度作成)を用いて、河川掘削土への草葉の混ぜ込みといったシンプルな方法による野菜栽培への可能性を検討した。2018年の春に、マルチに使用していた干し草を細断して鋤きこんだ後、有機肥料(発酵鶏糞)を10kg/100m²程度、土壌に散布した。その1ヵ月後にトマト、キュウリ、ナス、ズッキーニ、カボチャの苗を植えたところ、図7 & 8に示すような野菜畑をつくることができた。また秋には、発酵鶏糞を施肥していない場所に刈草を夏期に混入し作成した草葉混合掘削土の畑に秋野菜のハクサイとダイコンを植えたところ、その収穫が得られた。



図7 掘削土と刈草等との混合により作成された畑の様子



図8 掘削土と刈草等との混合により作成された畑(収穫間近な様子)

野菜収穫後の11月に畑にいるミズの調査を行ったところ、ダイコンとカボチャの畑で観測されたミズの個体数と湿重量(40cm×40cm×10cm深さ×3カ所)に関しては、58個体(0.23±0.10g/個体)と38個体(0.17±0.08g/個体)であった。ミズのサイズからふ化後幼少期の個体であることが推察され、これらミズの発生とその生育が、草葉混合の掘削土の作土化に寄与した可能性が考えられた。

次に草葉混合の掘削土とミズの生育との関係を考えるため、土壌中の草葉を起因とした微生物活動がミズの生育にどう影響を及ぼすのかを検討した。実験材料として、①干し草+土:乾燥させた刈草(ブタクサ)と土壌との混合系、②発酵後の草+土:先程のブタクサを黒色のビニール袋に入れて脱気した後、密封状態で2週間、約20℃条件下で発酵処理をしたものと土壌との混合系、③落ち葉+土:石巻市トヤケ森山で採取された広葉樹の落葉に土壌を加えたもの、④土壌を用意した。実験に用いた土壌については、上述の掘削土で作成された畑から採取したものとなる。これら1gの試料(その内、草葉の重量は0.4g d.w.程度)に蒸留水50mlを加えて懸濁化させ、草葉が土壌に混入した懸濁試料水中のアンモニア、亜硝酸、硝酸濃度の変化を求めた。

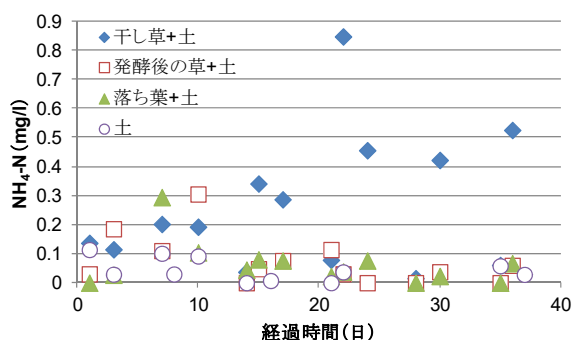


図9 各種土壌 1g を懸濁させたときの試料水中のアンモニア濃度の変化

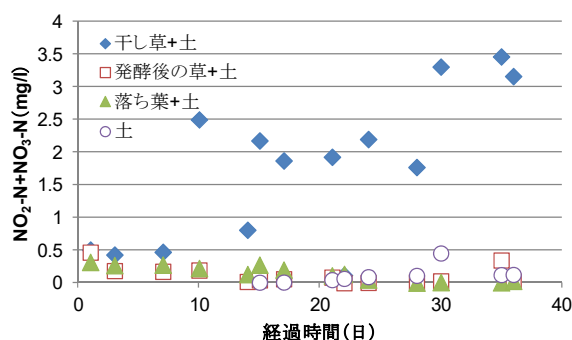


図10 各種土壌 1g を懸濁させたときの試料水中の亜硝酸+硝酸濃度の変化

各種土壌1gを懸濁させたときの試料水中の無機態窒素に関しては、土壌そのものに含有されている成分と混入させた草葉の有機物分解により生産された画分との合計値となる。図9には、各種土壌1gを懸濁させたときの試料水中のアンモニア濃度の経日変化を示す。実験開始から10日程度まで、土壌に混入させた各種の草葉によりアンモニアの生成が認められた。それ以降に関しては、干し草を土壌に混ぜた試料のみ、アンモニア濃度の上昇が見られたが、その他の試料については、土壌と同程度の低い値で推移していた。図10には各種土壌1gを懸濁させたときの試料水中の亜硝酸と硝酸濃度の変化を示す。アンモニアは好気条件下において、亜硝酸菌と硝化菌により、亜硝酸、硝酸へと変化する。図10に示すように亜硝酸と硝酸濃度がアンモニア濃度に比べて高いことから、草葉の有機物分解に伴うアンモニア生成の純フラックスが、図9に示されている濃度よりも実際は大きいことが示唆された。これは土壌環境中で起こる亜硝酸化・硝化過程の変化が、測定を行った間隔よりも速い速度で進行したため、見た目上、アンモニア濃度が低く見積もられたものと考えられた。なお各種土壌を用いてミズを飼育したところ、干し草を土壌に混入させた試料においてのみ、ミズの死滅が認められた。図9&10に示すように、土壌に混入させた干し草の分解に伴うアンモニア生成の大きな純フラックスが毒性となり、ミズの死滅に寄与した可能性が推察された。

これまでの結果を要約すると、除伐材と刈草を敷くことで通気性を確保し、その上に掘削土と刈り払い後の草葉を混ぜ込み時間をおくことで、作土に変換することに成功した。このことは、草葉混入から四半期経過した野菜畑の実験により実証された。また刈草の鋤きこみ直後の土壌については、その分解過程でアンモニアが発生し、作土化に係るミズの生育を阻害する可能性が推察されたことから、草葉の鋤込みとミズによる土づくりの作業工程の重複をさけるべきとの見通しが得られた。

3-7. 総括:

これまでの研究成果に基づき、想定される掘削土の作土化手法とその特長を下記に示す。

①掘削土と除伐材チップ等との混合による作土化(DS+W)、掘削土への草葉の混ぜ込みによる作土化: 未処理の掘削土に比べて、比重と土壌硬度の低減、気相率の上昇、団粒の維持といった改質の認められる土壌とはなるが、窒素やリン酸の不足が示唆された(DS+W)。また除伐材と刈草を敷くことで通気性を確保し、その上に投入された干し草との混合掘削土(現地検証実験)に関しては、作成から四半期後の畑で野菜が栽培でき、作土への変換がみられた。なお刈草の鋤きこみ直後の土壌については、その分解過程でアンモニアが発生し、作土化に係るミズの生育を阻害する可能性が推察されたことから、草の鋤込みとミズによる土づくりの作業工程の重複をさけるべきとの見通しも得られた。

②粘質多糖類を加えて作成した団粒状掘削土と除伐材チップ等との混合による作土化(ADS+W): DS+Wに比べて、さらに土壌硬度の低下と団粒が維持される土壌となった。予備的観察とはなるが、本土壌を用いてのホウレンソウの生育を確認している。海岸に漂着した粘質多糖類を含む海藻(アラメなど)の利用により、掘削土の団粒化にかかるコストを削減することができた。

③粘質多糖類を加えて作成した団粒状掘削土と除伐材チップ等との混合土壌の微生物処理による作土化(ADS+LH, ADS+HH): 未処理の掘削土に比べて、比重と土壌硬度の低減、気相率の上昇、また上記の作土化手法の中においては、最も降雨時に細粒化しにくい団粒の形成と栄養分の上昇が認められる良質な土壌となった。ADS+LHにおいては、ホウレンソウの良好な発芽と成長が確認された。なお概算とはなるが、ADS+LHの作成にかかる費用については、団粒化の処理に漂着した粘質多糖類を含む海藻を利用した場合、比較対照に用いた市販培養土の半分程度のコストになると見積もられる。

⑦研究成果の発表状況・予定

- 1) 石巻専修大学 平成30年度 第1回研究活動表彰, 玉置仁, 2018年7月26日.
- 2) 高橋直也, 高谷貴之, 玉置仁, 丸山千賀, 小瀬知洋, 坂巻隆史:沿岸工事の前後におけるアサリの生育と干潟底質・水質環境の変化, 第53回日本水環境学会年会, 2019年3月, 山梨大学.
- 3) 丸山千賀, 鈴木まゆみ, 大野正貴, 小瀬知洋, 川田邦明, 玉置仁, 坂巻隆史:波津々浦湾干潟における周辺域からの堆積物負荷が干潟底質へ及ぼす影響, 第53回日本水環境学会年会, 2019年3月, 山梨大学.
- 4) 澁谷真人, 関根正也, 丸山千賀, 鈴木まゆみ, 大野正貴, 小瀬知洋, 川田邦明, 玉置仁, 坂巻隆史:波津々浦湾における干潟底質の粒度組成の変動と湾周辺からの堆積物負荷との関係, 第53回日本水環境学会年会, 2019年3月, 山梨大学.

⑧研究成果の社会への情報発信

第1回 石巻専修大学研究シェアリング・プログラム(公開イベント)における研究成果の発信, 2019年2月25日, 石巻専修大学.

今後も学会発表(日本水環境学会など)等での研究成果の情報発信を予定

⑨表彰、受賞歴

⑩研究の今後の課題・展望等

加水により細粒化された掘削土に海藻由来の粘質多糖類と有機質材料を加えて微生物処理を施した結果、比重や土壌硬度の低減、降雨時でも細粒化しにくい団粒の形成、栄養分の上昇といった作土化にむけて改質された良質な土壌を作成することができた。また団粒化の処理に海岸に漂着した粘質多糖類を含む海藻を利用することにより、掘削土を低コストに作土化できる目途が立った。さらに現地検証実験により、掘削土への草葉の混ぜ込みといったシンプルな方法での作土化についても見通しを得ることができた。

今後の課題として、河道掘削により生じる膨大な掘削残土を粘質多糖類を用いて低コストに良質な作土に変換していく場合には、これらを含む海藻の確保が挙げられる。粘質多糖類を含む海藻の一種であるコンブに注目した場合、その収穫から消費の過程で発生する海藻残渣が数千トン／年になることから、これら有機性廃棄物を効率よく回収・利用しうる基盤の整備が今後、望まれる。また現場スケールでの草葉混入の掘削土と粘質多糖類を加えて微生物処理を施した土壌との質的な比較も課題として挙げられる。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

河道掘削により生じる膨大な掘削残土と維持管理で発生する刈草・除伐材を低コストで良質な作土に変換することができれば、掘削土や刈草・除伐材の再資源化、ならびにこれまで河川管理で行われてきた掘削土・刈草・除伐材の処理費の軽減を期待することができる。