

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
	入江光輝	宮崎大学工学教育研究部	教授
② 研究テーマ	名称	小丸川水系渡川ダムの堆積土砂を有効利用した流域土砂生産抑制による新しい総合土砂管理の検討	
③ 研究経費 (単位:万円) ※端数切り捨て。	令和3年度	令和4年度	合計
	297万円	297万円	594万円
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 (※令和3年3月31日現在)		
末次 大輔	宮崎大学工学教育研究部・教授		
福林 良典	宮崎大学工学教育研究部・准教授		
関戸 知雄	宮崎大学工学教育研究部・准教授		
光田 靖	宮崎大学農学部・教授		
⑤ 技術研究開発の目的・目標 (様式河提流-2、河提流-3に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入下さい。)			
<p>小丸川最上流部の渡川ダムは土砂堆積が著しい。流域土壌特性と低回転率のため、沈降時間を要する細粒分の堆積も多く、全堆積量の71%を占める。細粒土砂は濁りの元となり河川還元には向かず、また直接の骨材等での利用も困難である。経済的にも現況の流域土砂生産を看過しながらコストの大きい対処療法的な浚渫・掘削のみを長期的に続けるのは適切ではない。したがって、ダム上流域の抜本的な土砂生産抑制策を講じる必要がある。一方、人工林が中心の小丸川上流域では斜面崩壊地が河川の濁りや土砂の発生源となっている。斜面崩壊の要因の一つに森林作業道からの崩壊があり、壊れにくい作業道整備の推進が求められている。崩壊のもう一つの要因は、伐採更新期にかかる林地も挙げられる。不健全な苗木は活着率が低く、土地被覆が回復せずに斜面崩壊につながる。一方で、更新コストは営林の中で比率が高く、低価格の資材での育苗が望まれている。</p> <p>そこで、本研究では細粒分が主体の貯水池底泥を原料として機能性を有するセラミックスを作製し、流域からの土砂流出を抑制する資材としての利用を検討する。セラミックスは混合や焼成の工程を変更することにより空隙率や孔径を制御することが可能であり、下記用途に適した材料を作製する。これらで土壌資源を流域還元する総合土砂管理手法を構築する。</p> <p>1. 森林作業道からの侵食・崩壊抑制 蛇籠と土嚢による路肩・法面と路盤安定</p> <p>貯水池底泥で透水性と軽量性に優れるセラミックスを作製して蛇籠や土嚢に充填し、低コストの作業道侵食対策を検討する。また、近年、土嚢を使用した簡易舗装が注目されている。いずれも途上国などの資材・機材に制限のある状況下での使用例も多い。</p> <p>本研究では蛇籠の透水性を生かして(それほど大規模ではない)地表の水の流れを分散させることにあり、作業性を考慮すれば一定の軽量性が求められる。そこで、碎石に代わって底泥を原料とした軽量セラミックスを充填し、切土面等に配置して水の流れの分散性や地表からの浸透性を高める。また、底泥を充填した土嚢を用いて簡易舗装を施し、路面の透水・通水性向上をはかって湛水が生じないようにする。</p> <p>2. 低コスト森林更新 コンテナ育苗育苗資材の開発</p> <p>底泥セラミックスを使って、人工林の伐採後の速やかな更新に寄与する育苗資材を開発する。近年、植栽後の活着率の高い苗木育成方法としてコンテナ苗による育苗が注目されている。本研究ではコンテナと培土を、底泥セラミックスを原料として作成する。苗木の育成には適度な保水性と通気性が必要で、適切な空隙率と孔径に調整してセラミックスを作製し、コンテナ形状に成型できるようにする。また、多孔セラミックスで軽量培土を準備し、これに肥料機能も付与して菌類等の発生リスクの少ない土壌材料を開発する。さらに育苗試験を行い、底泥セラミックスを使用した育苗を実証する。</p>			

⑥研究成果

(具体的にかつ明確に記入下さい。4ページ程度。)

1. 貯水池底泥の採取

今年度は台風14号出水後の11月21日に採泥を行ったが昨年度に比べて細粒分の分布域が広がった。出水規模が過去最大級で、渡川ダムも緊急放流が行われた。その結果、昨年度は右図Point4、5では中央粒径70-80 μm 程度の底泥でPoint2、3よりやや粗かったものが、出水後には2、3と同様粒径の土砂が堆積した。昨年度調査ではPoint6(今年度は採泥時低水位のため、到達不可)において真砂土と同程度粒径の土砂が見られ、それを直接土嚢に充填して森林作業道簡易舗装に使用することを提案した。しかし、出水規模やゲート操作によって必ずしも常時安定した粒径の土砂が確保できないと考えられたため、以下では基本的に優占する10-20 μm の底泥を使用することを前提として有効利用方法を再検討することとした。

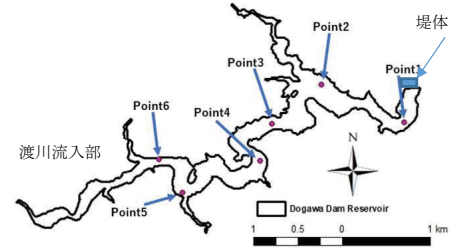


図-1 渡川貯水池の試料採取地点

2. 土のう充填資材としての使用のための土質改良剤との混合

細粒底泥をそのまま土のうに充填すれば降雨で水を含むと軟泥化して土のうから浸出して簡易舗装資材としての強度を保てなくなるとともに、濁水源ともなりうる。そこで、土質改良剤を添加し、固化したのちに土のうに充填することとした。ここでとりあげたのは“ジオタイザー”という港湾浚渫度の実績のある改質剤である。

ジオタイザーは製鋼スラグを原料とする石灰系粒度調整剤で、軟弱土に混合することにより利用可能な土に改良することが可能となる。また特性として、スラグ粒子による粒度改善により締固め度の向上や含まれる石灰分により強度向上などが期待される。また、分離抑制効果があり、降雨時の濁水発生も抑制される。

今回、台風の影響もあって採取できている底泥の量に限りがあったため、実験ケース数も制約され、底泥を使用したのは2ケースのみである。実験ではダム底泥のみを充填したケース、底泥65%+ジオタイザー35%の2ケースを行い、比較のために典型的な中詰め材である細粒混じり礫質砂の結果と合わせて示す。

図-2には各資料の粒径加積曲線を示す。黒線で示した2本の線の内側が土のう中詰め材としての理想的な粒度範囲であるが、ダム底泥(青線)はそこから大きく外れている。粗粒のジオタイザーを調合する(緑線)ことで粒度は大きくなるが、両者にかかなりの粒径差があるため、分布ピークが2山あるような分布となり、50%超過粒径は大きくは変わっていない。

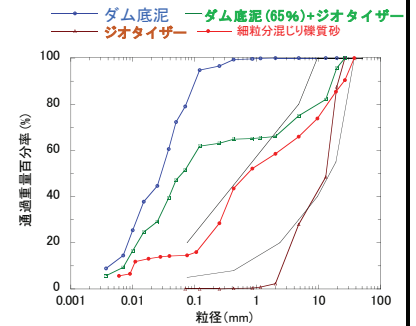


図-2 各中詰め材の粒度分布
(黒線が理想的な粒度範)

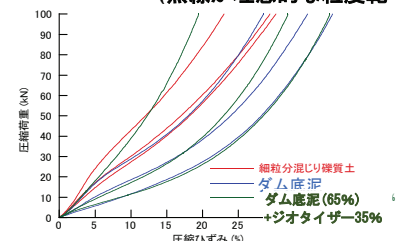


図-3 各中詰め材の粒度分布
(黒線が理想的な粒度範)

図-3には土のう圧縮試験の結果を示す。充填前の混合時の水分状態について、粒度調整剤としての理想的に強度が発現されるよう、事前に最適含水比をそれぞれ評価してその状態で混合した。礫質砂で8.8%、ダム底泥で22.5%、+ジオタイザー混合25.5%で浚渫土としてはかなり乾燥状態にしてから混合・充填をしている。結果として、ジオタイザーを添加したことにより理想的な礫質砂に近づいているが、強度のやや低い試料も見られる。今回、粒度調整効果に主眼を置き、含水率を絞りすぎた結果、同改良剤のもう一つの特徴である水和反応による固化の機能が十分に発揮されていない可能性がある。今回は、使用できる試料の制限があったためにより慎重を期して比較的乾燥寄りの実験のみを行ったが、ジオタイザーの当初からの用途が高含水率の浚渫土を対象としていることからすれば、より水和反応が生じやすい含水比で調合すべきであったかもしれない。これは以降の課題としたい。

また、圧縮試験後の試料を使用して浸水試験を実施し、水中での形状保持性を比較した(写真-1)。他の浚渫土試料例ではジオタイザー混合でより強く固化し、浸水後も形状を保った例もあるが今回は無混合よりいっくらか保持するものの大きな差はなかった。これも水和反応の不足が要因と考えられる。含水率の不足とともに、底泥自体にSiなどのカルシウム水和反応物質が不足している部分もあり、貯水池の他箇所堆積のみられる砂質土等を追加で混合することで解決できる可能性もある。

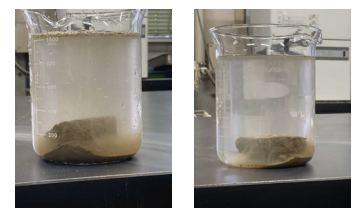


写真-1 浸水実験(5分後)
(左: 底泥のみ 右: 底泥+ジオタイザー)

3. 蛇籠充填資材としての適性評価

対象とするダムの堆積土は、高含水比状態の細粒土である。この浚渫土を利用するために、土質改良材を混合し締め固めて改良する。この改良土を蛇籠（ふとんかご）の中詰め材として利用するためには、金網から改良土が抜け落ちることが無く、上載荷重に対して十分な耐力を持つことが求められる。そこで本実験では、改良土を解砕した状態で土のう袋に充填し、それを蛇籠（ふとんかご）の中詰め材として使用する。これば、改良土の金網からの抜け落ち防止と、土のう袋および金網の引張抵抗によって十分な耐力をもつことが期待される。

試料は最適含水比状態まで乾燥させた浚渫土に前述の石灰系固化材を混合して締め固め、気中で3日養生した。模型蛇籠は1辺200mmの立方体で、直径1.2mmの鉄線で編まれるひし形金網である。土のう袋は市販のものを、模型蛇籠の形状となるように切断縫合して用いた。解砕した改良土（写真-2）を、200mm立方体の模型蛇籠の中に、土のう袋を設置して、解砕した改良土に振動を与えながら充填した。

荷重と変位の関係を図-4に示す。同図には、河床礫の試験結果を併せて示している。一般的な中詰め材である河床礫の場合、変位量30mm（圧縮ひずみ15%）で14kNの荷重を示す。一方、土のう詰め改良土の場合では、1.8kNの荷重を示し、河床礫の1/8程度の圧縮耐力となった。

昨年度は浚渫土で作製したセラミックスで試験し、0.08kNで、それより大きく改善された。今後、充填密度等を改善すればより高い耐力を持った蛇籠の作成が期待できる



写真-2 固化・解砕した状態

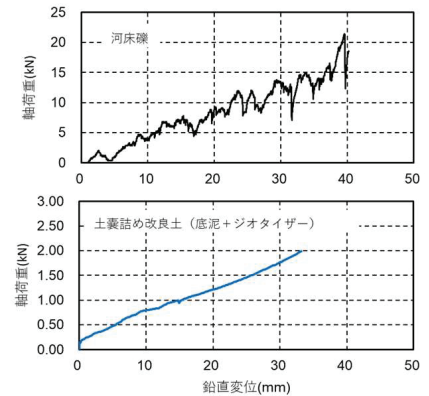


図-4 蛇籠の荷重-変位関係

4. 粒状土壌代替資材の肥効性評価

底泥と下水汚泥焼却灰を混合して造粒した資材の肥効性を評価した。汚泥焼却灰の比率を30~80%にし、それぞれのク溶性肥効成分含有量、水溶性肥効成分含有量、圧縮強度試験、吸水試験を行った。圧縮強度はいずれの試料も1.5~2.0N/mm²程度で、建材用レンガで求められる強度(15 N/mm²)よりはかなり小さいものの、造粒して代替培土として使用するには十分な強度が得られた。吸水率は60%台となり、ハイドロカルチャー用の資材と同等以上の吸水性を示した。またク溶性肥効成分含有量は配合比1:1の場合で61.7g/kgとなり、肥料取締法の溶性汚泥灰けい酸リン肥のク溶性リン酸の含有すべき最小量である50g/kgより十分大きな値となった。水溶性肥効成分含有量は2.25g/kgであった。

5. スギを使用した育苗試験と多孔セラミックスの改良

5月より多孔性セラミックスポットおよび底泥から作成した粒状培土を使用したスギの育苗試験を開始した。比較のために通常の市販コンテナと並行して育苗を開始した様子を写真3に示す。灌水は自動灌水装置によって行った。写真-4に示すように生存した苗は2023年3月時点までいずれのケースも根部が十分に発達していった。特に市販コンテナとの成長の差は見られず、いずれも50cmほどに成長して地上部分、根部ともに市販コンテナと同程度の成長度であった。

また、底泥コンテナではスギの根が気孔部に入り込み、セラミックスにヒビが入りもろくなった状態が見られた。通気性や保水性を考慮してセラミックスを多孔化したのが、昨年度も報告したようにモールドィング法多孔化セラミックスは強度がやや低く、根張りでも亀裂が作られた。

そこで、セラミックスの作成方法を根本的に変更し、より高い強度が得やすい加圧法に変更した。通気性や吸水性を確保するため、スラリーには有機物を混ぜ、焼成時に焼失させて気孔化することとした。作製には強度向上も期待して、専門の技術を持つ宮崎県都城市にあるレンガ製造企業である創宮株式会社と共同して作製した。既往の研究により、スギ苗は水耕栽培でも育苗が可能であることが示されており、また、今回の実験でセ



写真-3 植え付けられた杉苗
左：底泥コンテナ
右：市販コンテナ



写真-4 苗の地上部と根部
左：底泥セラミックス
右：コンテナ苗

ラミックスにある程度の大きさの気孔があるとスギの根は侵入していくことから、創宮と協議して容器と培養土の機能を兼ねた半円状のセラミックスシリンダーを作成し、それで苗木を挟んで育苗を試みることにした。水耕栽培で成長して入り込む根はセラミックスに活着したような状態となり、割れが入っても根が絡むことで脱落することなく吸水素材として水耕栽培は可能で、植林時にはそのまま植え付けることを想定している。現在、外径 3 cm、内径 1 cm



写真-5 試作したセラミックスシリンダーと発根時のイメージ

の円筒形のスラリーをひねり出し、それを縦に半分に切断したもの(以下、セラミックスシリンダー)を焼成した(写真 5)。これに数cmおきに穴をあけ、挿し木から出る主根が横に伸びやすくさせ、さらにそこから伸びる細い側根が多孔性のセラミックスに活着するようにする。縦に 2 つに割ったような形状としたのは中央の溝部に挿し木を添えて挟み、バンド等で止める。こうすることで挿し木の幹部の径の成長を拘束しないようにしている。2023 年 5 月中には同資材を使用した育苗実験を開始する準備を進めている。これらでスギ苗の幹部分を挟み込み、培養液に差して水耕栽培にする。4 年度中の実験開始は育苗スケジュール的に不可能であったため、次年度 5 月以降に実施していく予定である。

6. 流域に対する土砂生産抑制効果の定量的評価のための崩壊地分布遷移解析と土砂生産原単位評価

(1)原単位評価

昨年度に、渡川ダム集水域外だが地質特性の類似性が非常に高い上椎葉ダム集水域において、土砂生産原単位の推定を試みた。今年度は観測体制に改善を加えながらこれを継続し、観測した出水ケースを増やして精度向上をはかった。図 5 には上椎葉ダム集水域の二つの観測地点とそのうち一つの小集水域内にある大規模崩壊地の点群データを示す。また図-6 には Lidar-UAV およびレーザースキャナーで取得した両地点の点群データを示す。両地点には砂防堰堤があり、これを支配断面として水位流量曲線が正確に得やすいと考え選点している。両地点の点群データをメッシュ化し、3D プリンタで造形して極小模型を作成し、水理実験により水位-流量曲線を同定した。両地点には水位計と濁度計を設置し、上記手法で得た関係式から水位を流量に変換するとともに懸濁物の L-Q 式を作成した(図-7)。この観測を 9 月台風 14 号出水時まで継続し、大小交えて 10 の出水例を観測した。あわせて長期予測をするため、流量のみを雨量観測データに基づいて SWAT モデルで計算し、得られた L-Q 式に基づいて各年の負荷量を計算し(図 - 8)、両地点における懸濁物質負荷量の年平均値を求めた。並行して両集水域内で斜面崩壊や皆伐で生じた裸地面積を衛星画像から求め、文献値から森林域の土砂生産量を仮定して各集水域の裸地面の土砂生産原単位の推定を試みた。その結果、集水域 A、B でそれぞれ 25.98 kg/m²/year、40.65 kg/m²/year となった。渡川ダム集水域と地質特性が類似するのは B のため、以下では後者を基準値とする。



図-5 対象流域の詳細地質分布

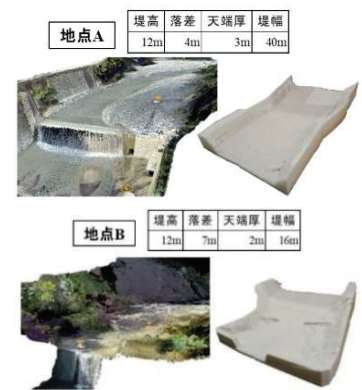


図-6 各地点の点群データおよび模型

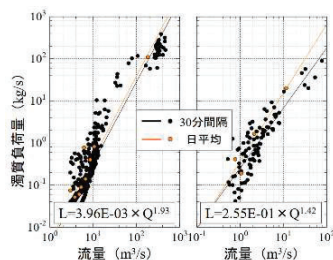


図-7 各地点のL-Q式

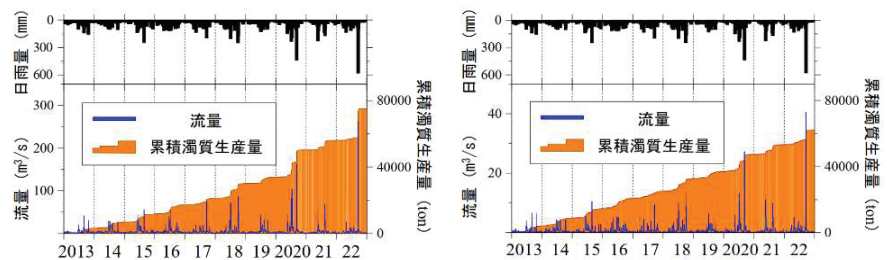


図-8 各地点の長期流量および土砂流出予測

であった。得られた土砂流出量を単純に年間降水量あたりに定数倍し、濁質生産原単位を求めたところ $18.07\text{kg/m}^3/\text{year}$ となり、上記の観測結果の半分程度ではあるが、オーダー的には同程度となった。

得られた細粒土砂原単位に、衛星画像より求めた各年の裸地面積を乗じ、年平均の渡川ダム集水域の土砂生産量を求めた。一方で、渡川ダムの深淺測量実績より得られている堆砂増加量の平均値を求めた。前者が 86 千 m^3 、後者が 107 千 m^3 となり、得られた原単位は概ね妥当な値であると考えられた。以下では対策事業によりこの原単位が改善されるものとして評価を行った。

(2) 貯水池底泥を使用した土砂生産抑制の採算性評価

上述の結果から斜面崩壊や皆伐による地表面の裸地化で著しく流域土砂生産量が増加すると考え、それら裸地を速やかに植生被覆(再造林)し、かつ、その後の斜面崩壊リスクを低減する貯水池底泥の活用方法を提案する。その時の植林等の費用増加を評価すると同時に、土砂生産量の削減量の見込みを便益として評価し、底泥の再利用量と採算性について議論した。手順としては① 植林後のスギの成長曲線に基づいて皆伐後に速やかに植林が行われた場合の植生被覆回復年数を推定 ②衛星画像解析に基づき各年の裸地域の年別分布図を作成 ③年別分布図の比較により①で推定した回復速度以下の期間で裸地から緑被状態へと回復した場所は「その後植林を伴った皆伐地」、長期にわたり裸地状態が継続する領域は「回復困難な斜面崩壊地」もしくは「皆伐後放棄地(無造林)」と分類した。このとき、ある年の裸地周辺ではその数年後に裸地の拡大が見られた。これらを「回復困難な斜面崩壊地」と定義し、それ以外を「皆伐後放棄地(無造林)」とした。(4)「皆伐後放棄地(無造林)」およびその後の植林を伴った皆伐地」では本研究で提案した底泥セラミックシリンダーを使用した育苗が進められると仮定した。(5)植林域内の作業道は、改質底泥を充填した土嚢で斜面の耐崩壊性を向上することとした。それに使用される底泥の量を試算するとともに、事業開始当初から(4)で使用された以外の浚渫土すべてが土のうによる作業道整備に供されるものとした。浚渫土砂量は他ダムでの浚渫実施例を参考に $25,000\text{m}^3/\text{年}^1)$ とし、セラミックスシリンダーは植林密度を 2500 本/ha として毎年再造林をする面積(「その後植林を伴った皆伐地」+「皆伐後放棄地(無造林)」)に乗じた個数を作成するものとした。

作業道整備の路網密度は $200\text{m}/\text{ha}^2)$ 、整備に要する土量原単位は $0.75\text{m}^3/\text{m}$ なので、単位域面積あたり土砂使用量は 150 m^3/ha である。以上に基づき全集水域に作業道が整備される事業年数は 49 年となる。林野庁が示している「林野公共事業における費用対効果分析について」の指針では事業年数+40年を便益評価対象期間としている。ここではそれに倣い89年間の費用便益分析を試みた。

ただし、ここで言う「事業」とは浚渫土有効利用による土砂流出抑制を指し、浚渫事業そのものとの効果とは分別して評価する。したがって、ベースラインは浚渫を行い、その残土を通常の処理費用をかけて処分した場合を想定する。一方、事業実施の場合ではシリンダー作製費用はセラミックの乾燥、焼成にかかる費用は創宮株式会社でのレンガを作る際の費用(130 円/kg)を参考とし、年間総額 530 万円と見積もられた。土のう作製費用は福林が見積り作業道 1m あたり 5000 円：年間 1.6 億円とした。

そのもとでの便益は、①浚渫土の処理費用の削減分、②回復した利水容量から見込まれる発電量増加、③再造林放棄地を再造林したことによる炭素固定を勘案して評価した。事業実施の場合、49年間は浚渫土が有効利用され、残土処理費用³⁾が発生しないので、これを①とみなす。②については、ベースラインでは集水域土砂生産が抑制されておらず、浚渫してもその想定量を年間堆砂量が上回り、堆砂は進行する。事業実施すれば皆伐後の放棄林と崩壊地の拡大がなくなると仮定し、土砂生産が抑制されて浚渫量が年間堆砂量を上回り、利水容量も回復する。それによって得られる電力量を 27 円/kWh で換算したところ、浚渫を継続する最終年の49年目で最大で 1 億円/年の便益を生むと考えられた。一方、③の放棄地への再造林促進による炭素固定量(250 円/ha)は、その面積自体は大きくないので、最大で年間 200 万円程度と大きくは総便益に寄与しなかった。これら各年の費用および便益について割引率 4% を考慮して89年間の総費用(B)、総便益(C)を算出すると $B-C : 60$ 億、 $B/C : 1.7$ となった。本評価では林野庁の「林野公共事業における費用対効果分析について」に準じる形で評価を試みたが、土砂生産量抑制は河川の濁水長期化抑制にもつながるが、それによる環境保全や水産資源の回復の便益評価は定量化が困難であるため含まれていない。しかし、上記に示した便益だけでも十分な費用対効果が得られると考えられた。

1) 本田将人:ダム堆砂対策工法の概要,ダム水源土砂対策技術研究 https://www.doshaken.com/event/images/pdf/H26_presen2.pdf

2) 林野庁:地形傾斜・作業システムに対応する目標路網密度,<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/saisei/pdf/5siryu4.pdf>

3) 株式会社大東建設:全国産業廃棄物処理費用・相場, <https://www.dai-tou.com/marketprice/industrial-waste>

⑦研究成果の発表状況・予定

(本技術研究開発の成果について、論文や学会への投稿等又はその予定があれば記入して下さい。)(以下記入例)

- ・これまでに発表した代表的な論文
- ・著書(教科書、学会抄録、講演要旨は除く)
- ・国際会議、学会等における発表状況
- ・主要雑誌・新聞等への研究成果発表
- ・学術誌へ投稿中の論文(掲載が決定しているものに限る)
- ・研究成果としての事業化、製品化などの普及状況
- ・企業とのタイアップ状況
- ・特許など、知的財産権の取得状況
- ・研究成果による受賞、表彰等

口頭発表

- 1)遠隔地点等を対象とした極小模型による水位流量曲線の作成、堀内祐輔、東俊孝、入江光輝、令和3年度土木学会度西部支部研究発表会講演概要集、2022年3月5日
- 2)山間部小流域における濁質負荷計測の精度向上の試み、中川敦貴、入江光輝、令和4年度土木学会度西部支部研究発表会講演概要集、2023年3月4日(優秀発表者賞受賞)
- 3)植生被覆回復による土砂生産抑制を目的としたダム堆積土砂有効利用、緒方天斗、入江光輝、令和5年度日本沙漠学会第34回学術大会概要集、2023年5月27,28日

企業とのタイアップ状況

(株)創宮と協力し、渡川ダム底泥を原料とした育苗用コンテナの試作を開始。企業側も高い関心を寄せており、商品開発に向けて今後も協力を予定している。

⑧研究成果の社会への情報発信

(ウェブ、マスメディア、公開イベント等による研究成果の情報発信について記入下さい。ウェブについてはURL、新聞掲載は新聞名、掲載日等、公開イベントは実施日、テーマ、参加者数等を記入下さい。)

宮崎大学研究・産学地域連携推進機構が開催するマッチングのためのラウンドテーブル「森の円卓会議」にて、光田、福林、入江がそれぞれの研究成果を発表した(末次は5月中に予定)。同会議は県庁森林関係部局、九州電力、林業者等の官民の参加者と宮崎大学の研究者がその取り組みを双方向で紹介し、情報交換して実際の活動に結びつけることを目的としている。特に本案件に参加している上記3名の取り組みが学内的に注目を集めたところもあり、本年3月の会議立ち上げ以降、連続して報告を行った(末次も5月中に実施の予定。)特に、民間林業者にも成果共有ができ、次年度にはセラミックスリンダーに改良を加えつつ苗数を増やして、林業者の協力を得て山林への移植を試みる計画を立てようとしている。

⑨表彰、受賞歴

(単なる研究成果発表は⑧⑨に記載して下さい。大臣賞、学会等の技術開発賞、優秀賞等を記入下さい。)

特になし

⑩技術研究開発の今後の課題・展望等

(研究目的の進捗状況・達成状況や得られた研究成果を踏まえ、技術研究開発の更なる発展や河川政策の質の向上への貢献等に向けた、技術研究開発の今後の課題・展望等を具体的に記入下さい。)

台風 14 号の大規模な出水により新たな土砂堆積が見られ、粒度組成が昨年度の採泥結果よりも細粒化した。そのためダム湖内全域で細粒分が浚渫されるという前提で方針を見直し、作業道整備への有効利用については今年度に一からやり直した形となった。また、栽培実験の結果、根張りによって多孔性セラミックスにヒビが入ったため、作成方法を根本的に見直し、地元レンガ会社との協力も経て製造方法を変更した。具体的な進捗としては大きくはなかったが、初年度から改善すべき点を明確化できた。

土質改良剤については港湾浚渫度において実績のある改質剤について検討し、それらを渡川ダム底泥に混合した場合の基本特性が把握でき、土のうち詰り材および蛇籠資材としての適性に一定の可能性が見られた。また、スギ苗の育苗実験ではこれまでの成長は十分であった。ただし、根が成長していくことで亀裂が入ったため、こちらも製造方法を抜本的に見直した。結果として地元のレンガ会社の創宮に貯水池底泥のレンガ原料としての利用可能性に関心を持っていただきながら、共同で育苗用資材の開発に取り組む体制ができた。

また、詳細な土砂生産原単位評価に基づき、底泥を有効利用した土砂生産抑制によって得られる便益を残土処理費用削減、発電容量回復および炭素固定の観点から評価し、それぞれの寄与の大きさについて可視化した。こうした評価によって重点的に取り組むべき項目が明確になり、今後の政策方針の決定にも寄与できると考えられる。

⑪研究成果の河川砂防行政への反映

(本技術研究開発で得られた研究成果の実務への反映等、河川政策の質の向上への貢献について具体的かつ明確に記入下さい。)

集水域裸地面の土砂生産原単位の評価の中で、砂防堰堤周辺の現地地形を Lidar-UAV で測量して 3D プリンタで極小模型を作成し、極小水力模型によって水位-流量曲線を決定する手法を開発した。同手法は本例のようにアクセスの悪い山間部等の小流域流量を精度よく評価するための手法として汎用性を持ったものである。これにより小規模流域や支流域からの流出を多地点で観測できるようになり、しいては分布型モデルの精度検証等にも貢献することが期待できる。加えて、得られた土砂生産原単位は貯水池堆砂量と比較しても妥当な値とみなせ、今後、ダムの多い同地域の土砂生産を検討する際に有用な情報となる。

また、各地で貯水池堆砂が進行しているにも関わらず、特に細粒分については具体的な有効利用方法や有効な処理方法が検討されず、放置されている例が多い。本研究では港湾浚渫土での実績がある改質剤を使用して貯水池浚渫土への適応性を示した。熱海の土砂災害の例や宮崎県内でも林道建設で発生した土砂の処分で作成された盛土が台風 14 号の雨で崩壊した例もあり、今後、ますます浚渫土に対する適正な処置が必要とされる中で、一事例を示せたことは意義がある。