

下水・コンクリート廃材から
資源・エネルギーを取り出す

国立研究開発法人土木研究所
先端材料資源研究センター（iMaRRC）
材料資源研究グループ長



西崎 到



本講演の内容

1. はじめに

2. **下水処理システム**から取り出せる資源・エネルギー

① **草木系バイオマス**の下水処理場での受け入れ－**汚泥焼却補助燃料**

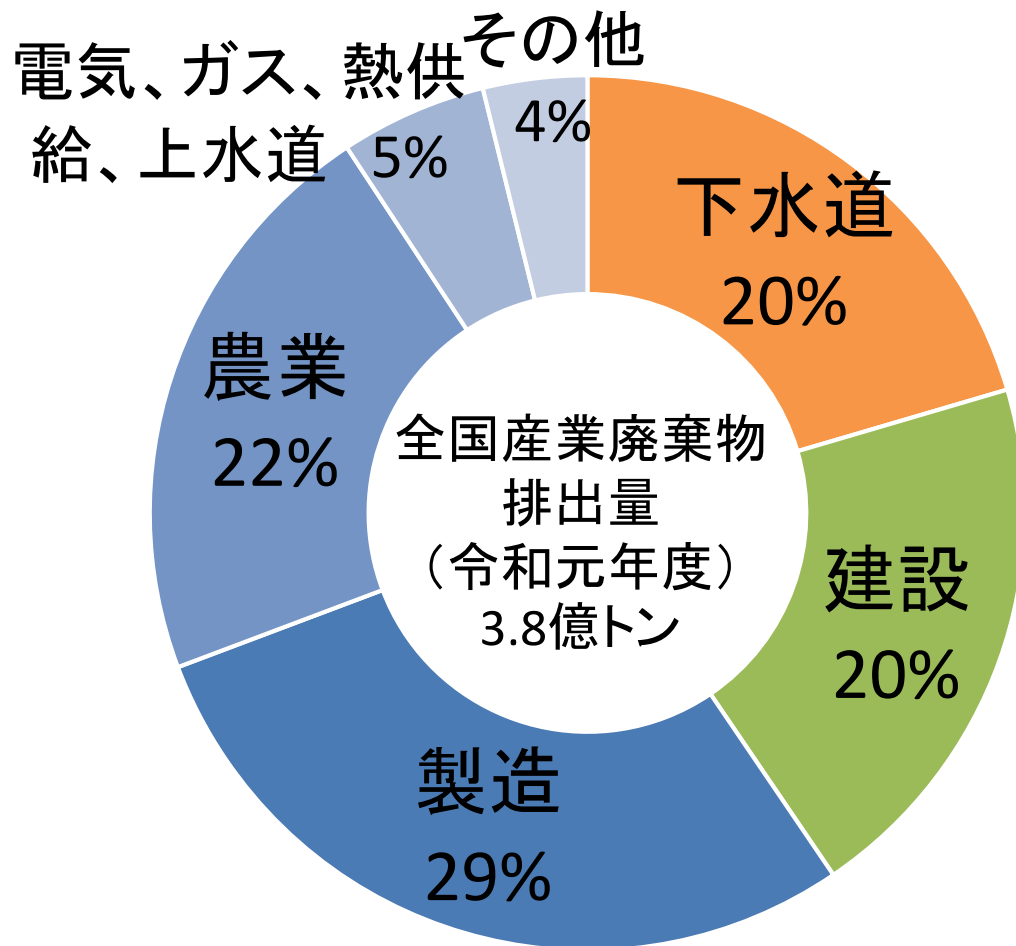
② **草木系バイオマス**の下水処理場での受け入れ－**汚泥脱水助剤**

③ **藻類培養**によるエネルギー増産技術

3. **コンクリート塊**の再利用技術

1. はじめに

社会基盤の整備や運用に係る、資源やエネルギーの現状

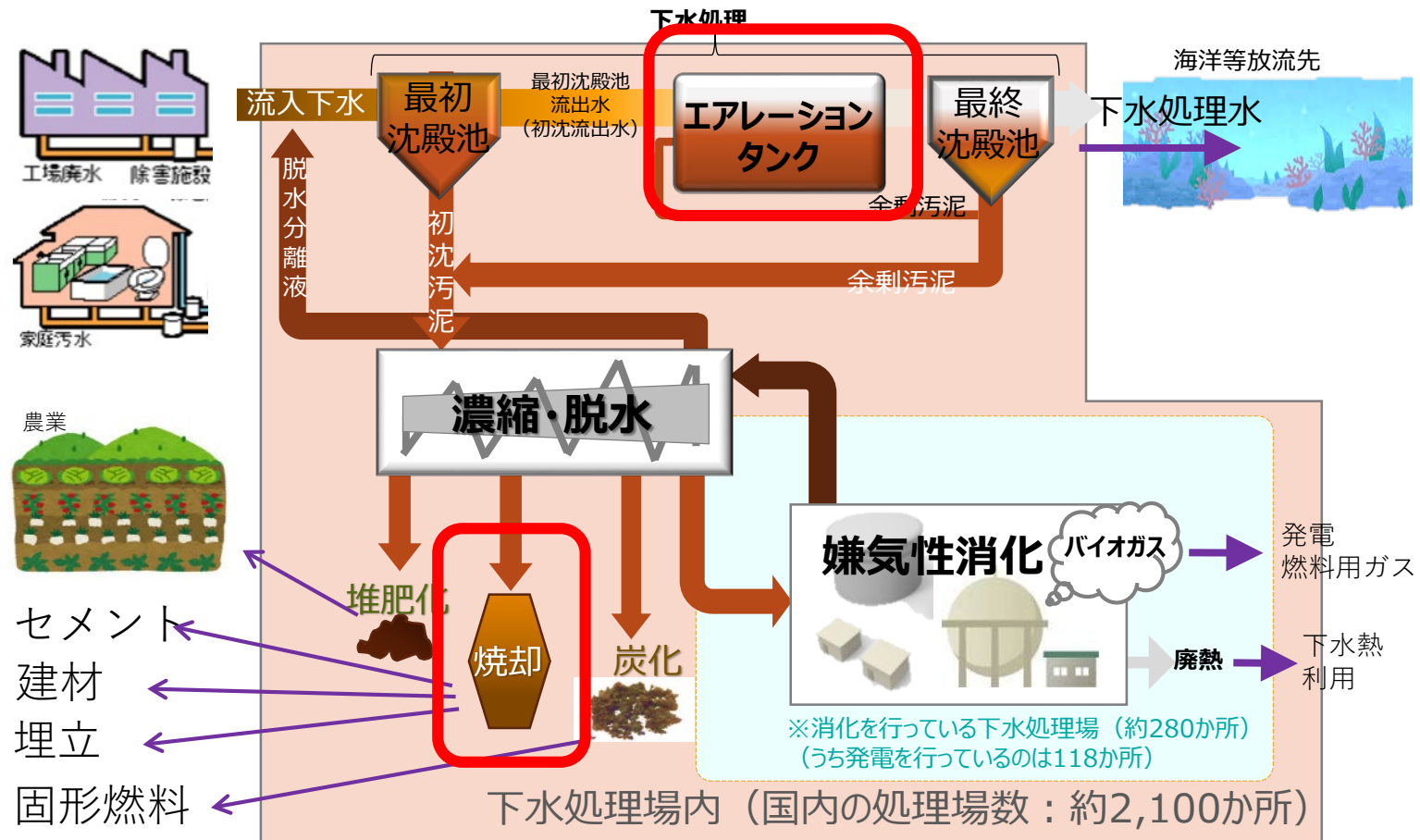


主な建設発生材の状況

建設発生材	年間発生量
コンクリート塊	4,019 万t
アスコン塊	2,128 万t
建設発生土	29,000 万m ³
建設混合廃棄物	228 万t
廃プラスチック	60 万t
建設汚泥	623 万t

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

下水処理場における下水処理の主な工程



全国の下水処理場での年間電力消費量
：64億kWh/年（H27）

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

下水汚泥

大量の有機物を含む

→肥料、固形燃料としての利用

→発酵（嫌気性消化）させてバイオガス（メタンガス）を取り出せる。



下水汚泥のエネルギー資源としての可能性

- 下水汚泥発生量：約230万トン/年（乾燥ベース）

全ての汚泥を利用した時の発電可能量：

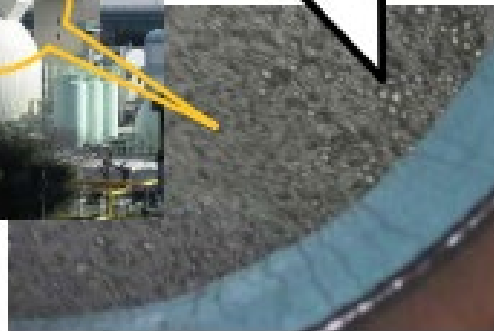
40億kWh/年

（下水処理場の消費電力の3分の2）

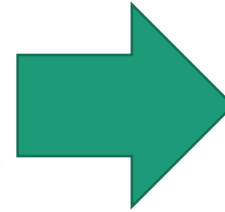
消化槽



気泡状のバイオガス
が発生している様子



メタンガス



消化ガス発電設備

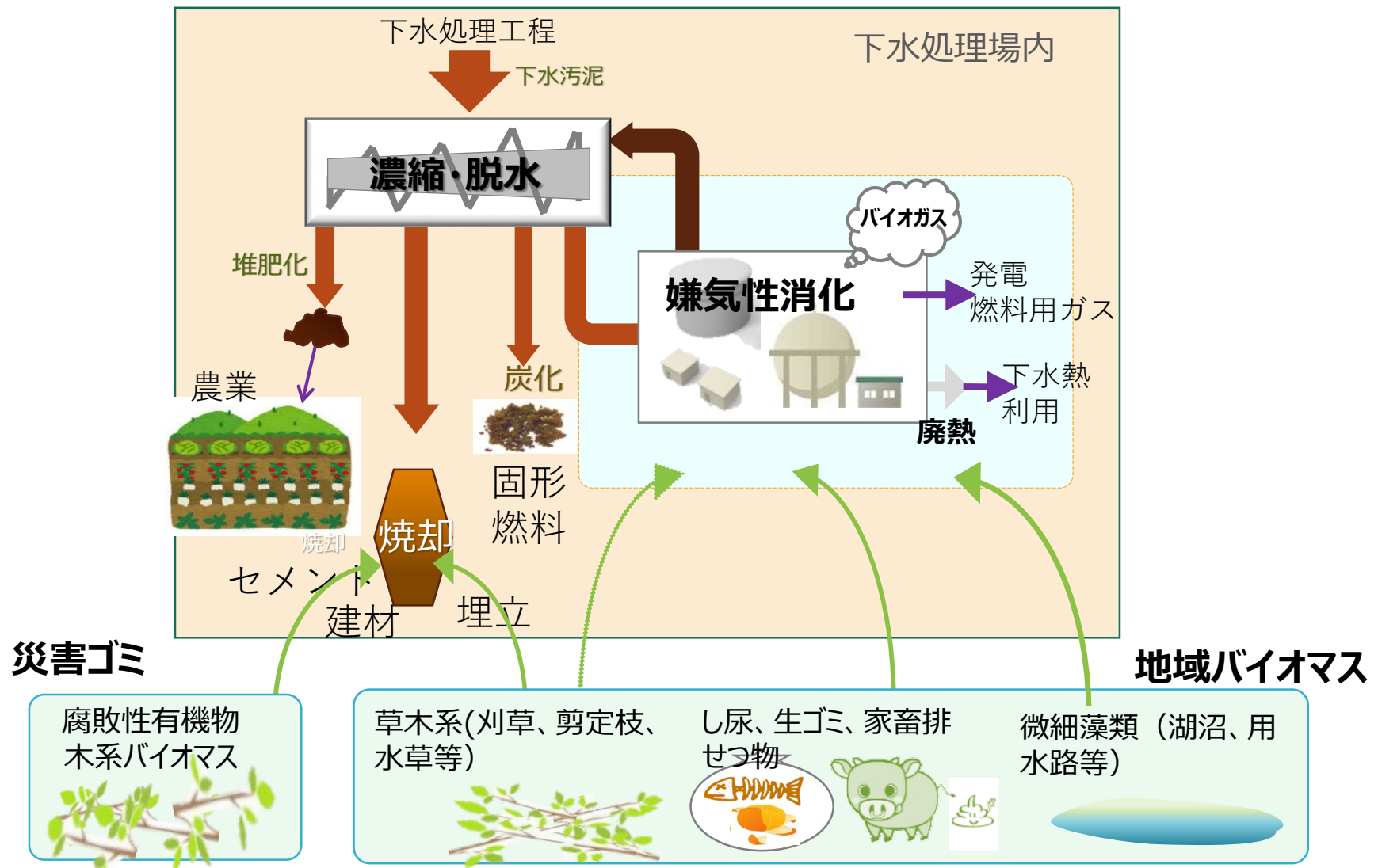


- * 国内の処理場数
- * 消化を行っている処理場
- * 発電を行っている処理場

約2,100か所
約280か所
118か所

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

下水処理場の持つ資源を、より有効に活用するには？



下水以外の地域バイオマスを下水処理場での受け入れ

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー 地域で発生する草木系バイオマス



公園・河川堤防等の刈草



森林・街路樹等の伐木・剪定枝



下水処理場で有効活用する方策は？

→ 下水汚泥焼却の補助燃料としての利用

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

① 草木系バイオマスの汚泥焼却補助燃料利用

エネルギー収支について

従来

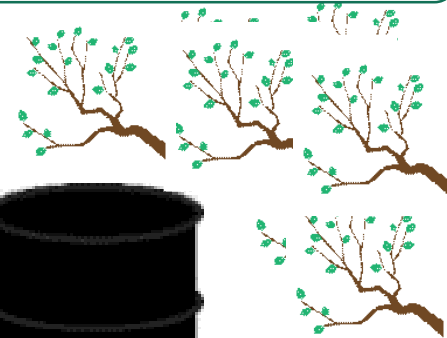


補助燃料
(A重油)

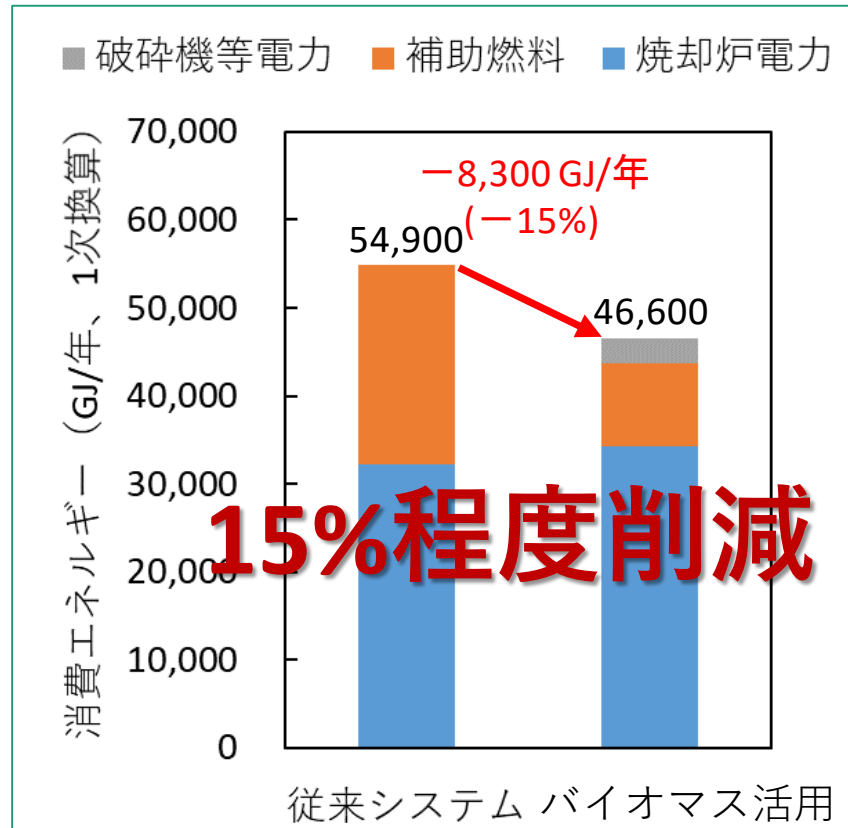
汚泥焼却炉



バイオマス活用



補助燃料
(A重油 + バイオマス)



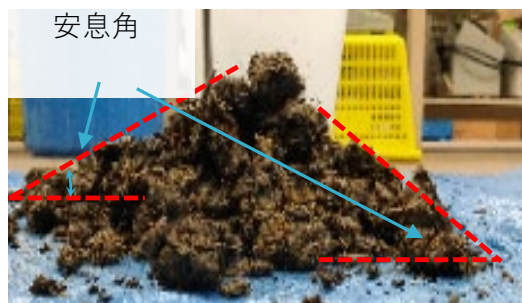
2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

①草木系バイオマスの汚泥焼却補助燃料利用

一般的な下水処理場に適用できるか？

【破砕試験】

* 破砕機を通過したし渣と剪定枝等破砕物の安息角測定例



破砕後のし渣

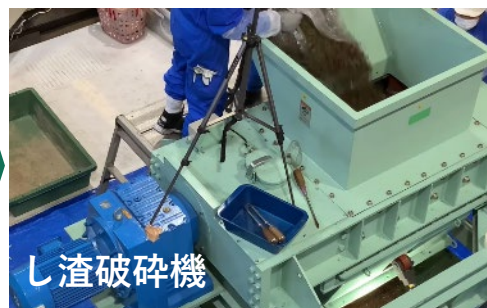


破砕後の剪定枝等

結果：安息角はほぼ同等（40-45°）

→ シュート部における閉塞の可能性は低い。

【搬送試験】



搬送や投入時の閉塞の可能性が低いことを検証
既存施設の転用が可能なことを示した。

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

① 草木系バイオマスの汚泥焼却補助燃料利用

現在の取り組み

焼却工程で発生する灰の成分の変化の影響は？

今後の展開

(次期中長期計画でも実施)

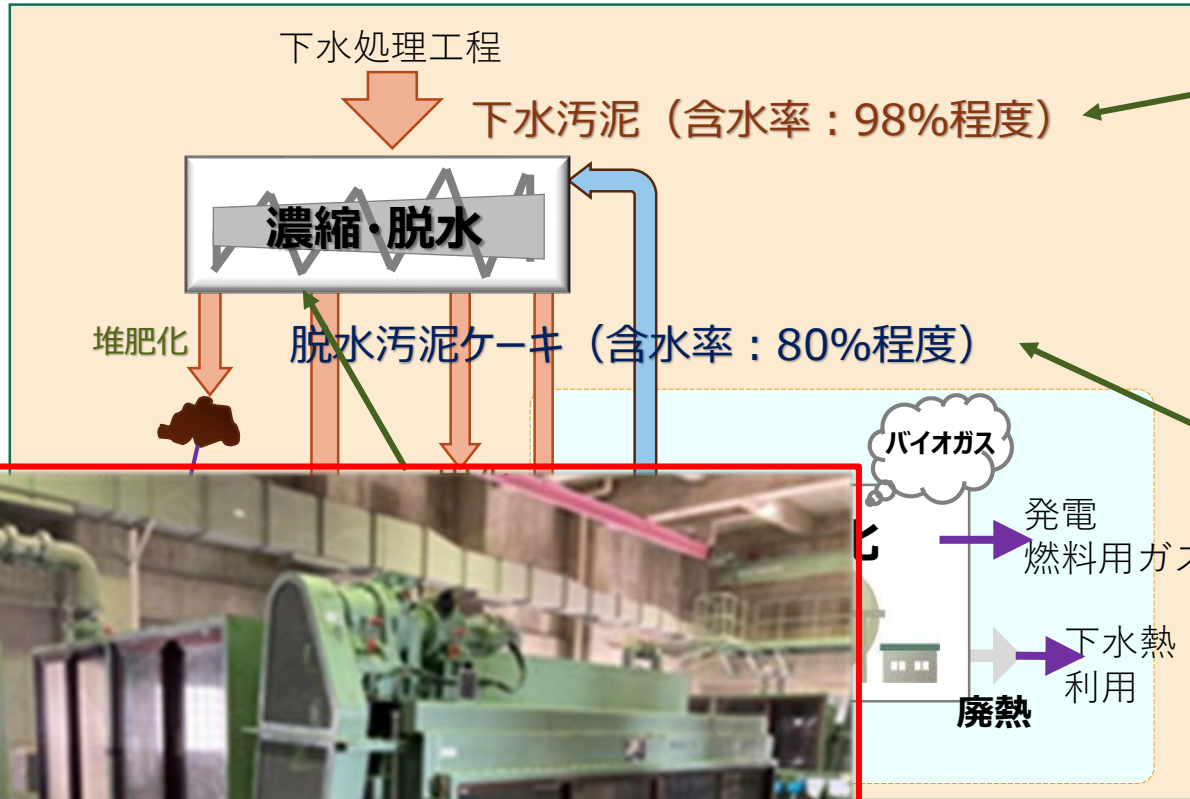
- ・ スケールアップや実際の施設条件で生じうる課題の確認
- ・ この活用法に適した草木系バイオマスの種類や各種条件



地域の条件に合った活用方法の提案

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー ②草木系バイオマスの汚泥脱水助剤としての利用

下水汚泥の脱水助剤



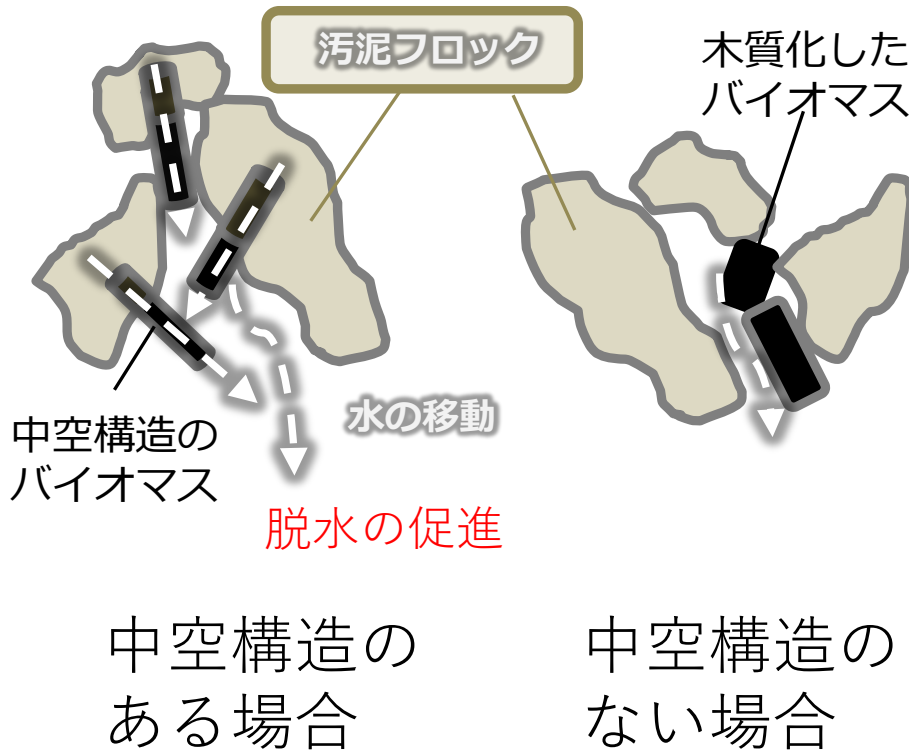
汚泥脱水機の例
(ベルトプレス式)

- ・ 電力消費
- ・ 凝集剤を添加
(いずれもできるだけ抑えたい)

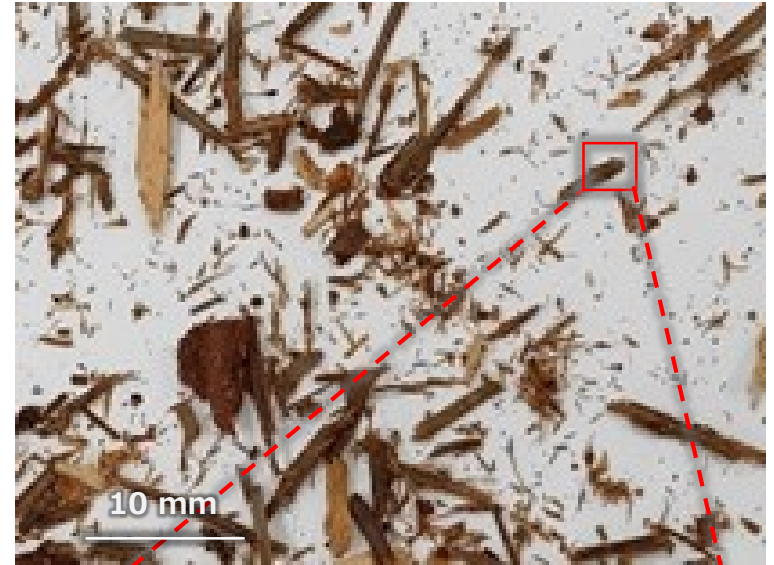
2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー ②草木系バイオマスの汚泥脱水助剤としての利用

下水汚泥の脱水助剤としての効果

- 草木系バイオマス
 - 汚泥よりも水分が少ない繊維状
 - 中空構造を持つものがある



(外観)



(顕微鏡観察)



マツの剪定枝 (葉部)

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

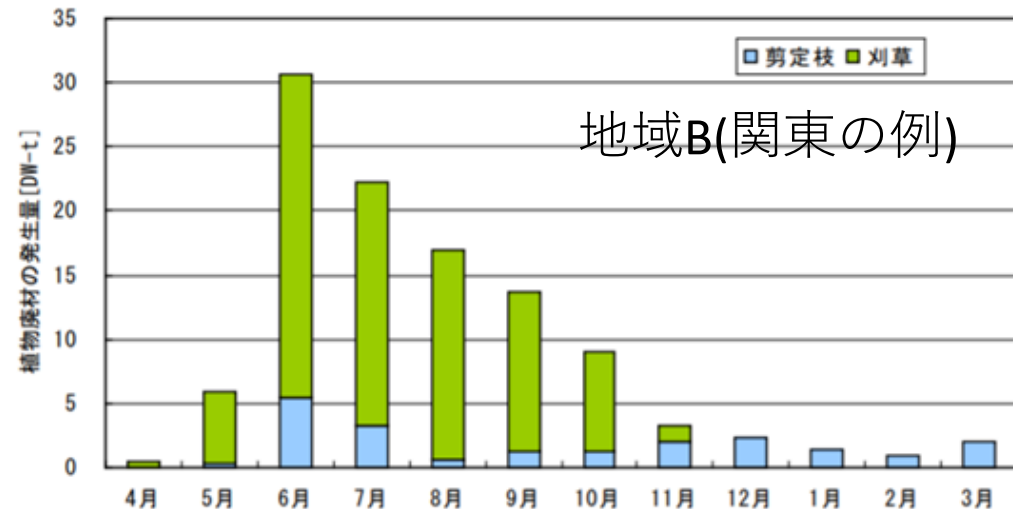
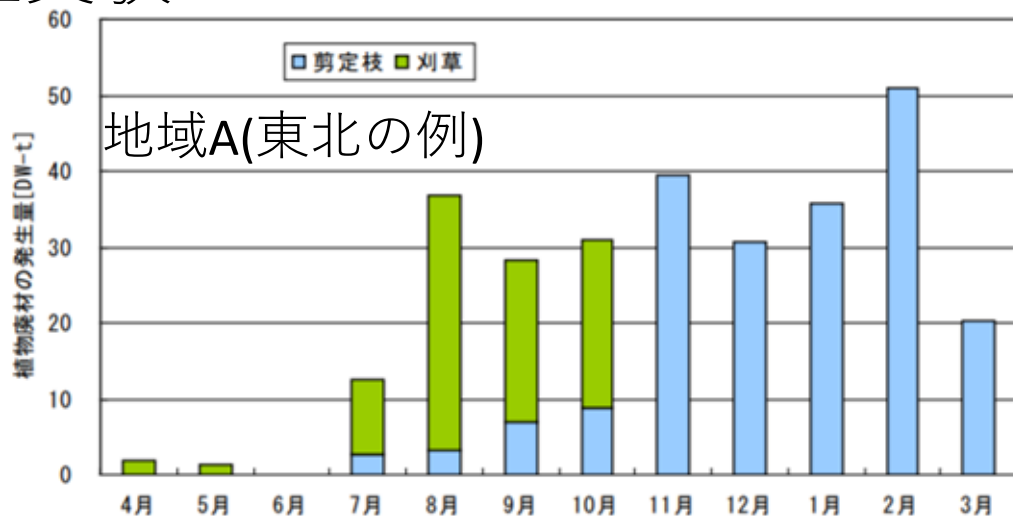
②草木系バイオマスの汚泥脱水助剤としての利用

下水処理施設における実証実験

草木系バイオマスの確保と前処理



水草の乾燥の様子



植物廃材の月別発生量の例

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

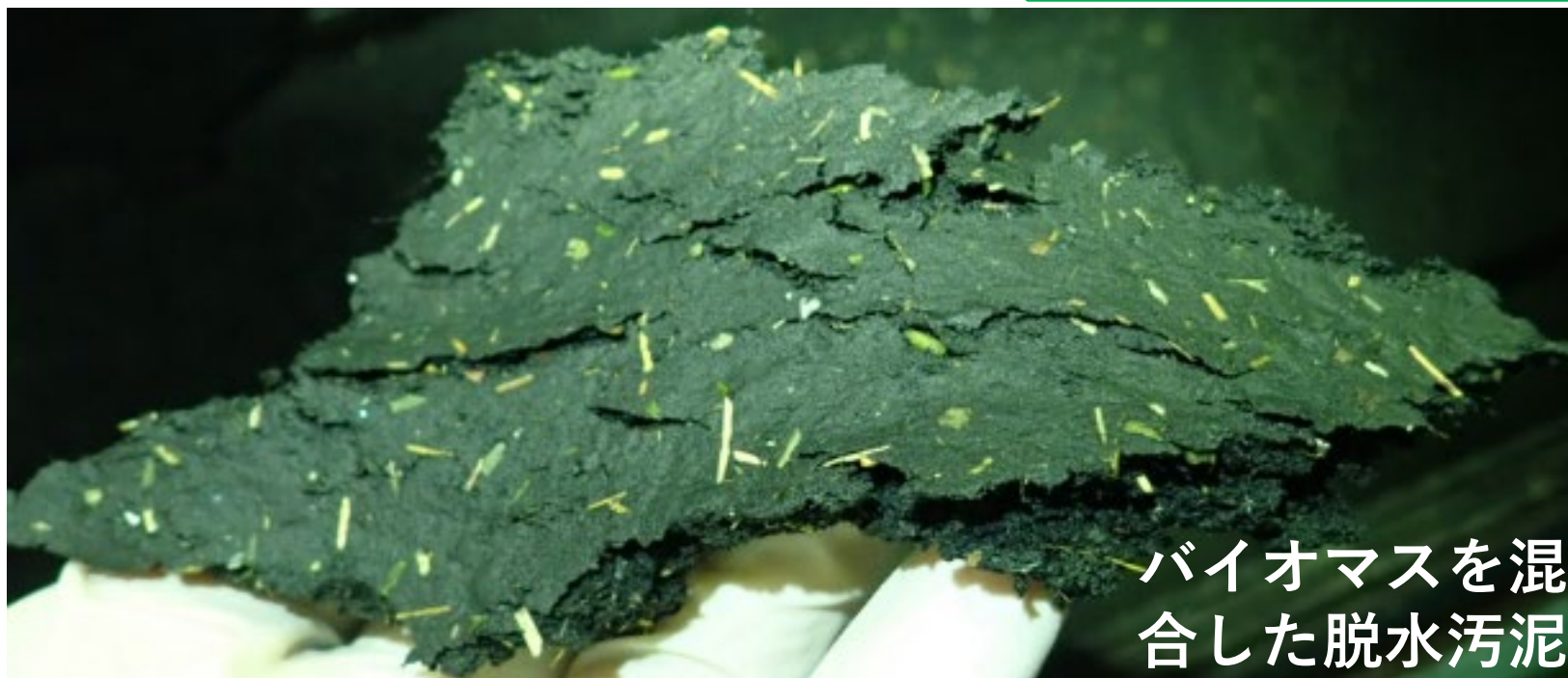
②草木系バイオマスの汚泥脱水助剤としての利用

汚泥脱水に適した添加率？

実際の処理場の脱水機による実証実験

- 地域バイオマス：刈草、水草等
- 添加率：固形物比で10%

凝集剤の消費量の削減
効果（約13%）



バイオマスを混
合した脱水汚泥

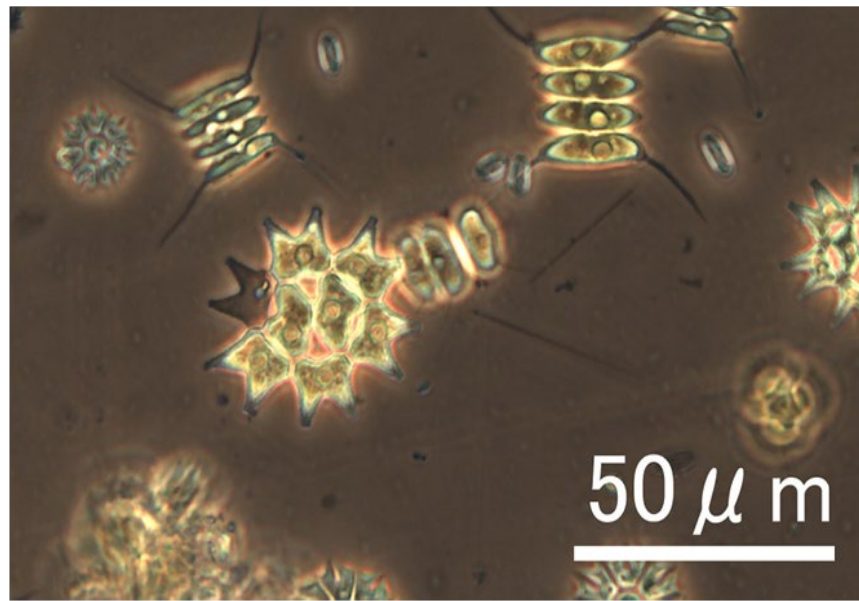
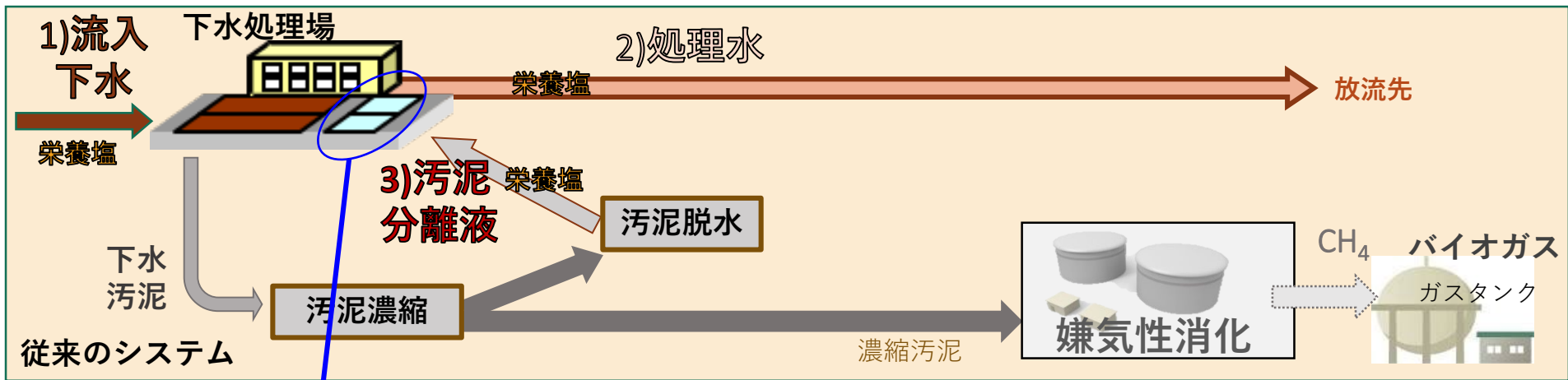
今後の展開：実際の施設条件で生じうる課題の確認など

→ 様々な地域の条件に合った活用方法の提案へ

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

③藻類培養によるエネルギー増産技術

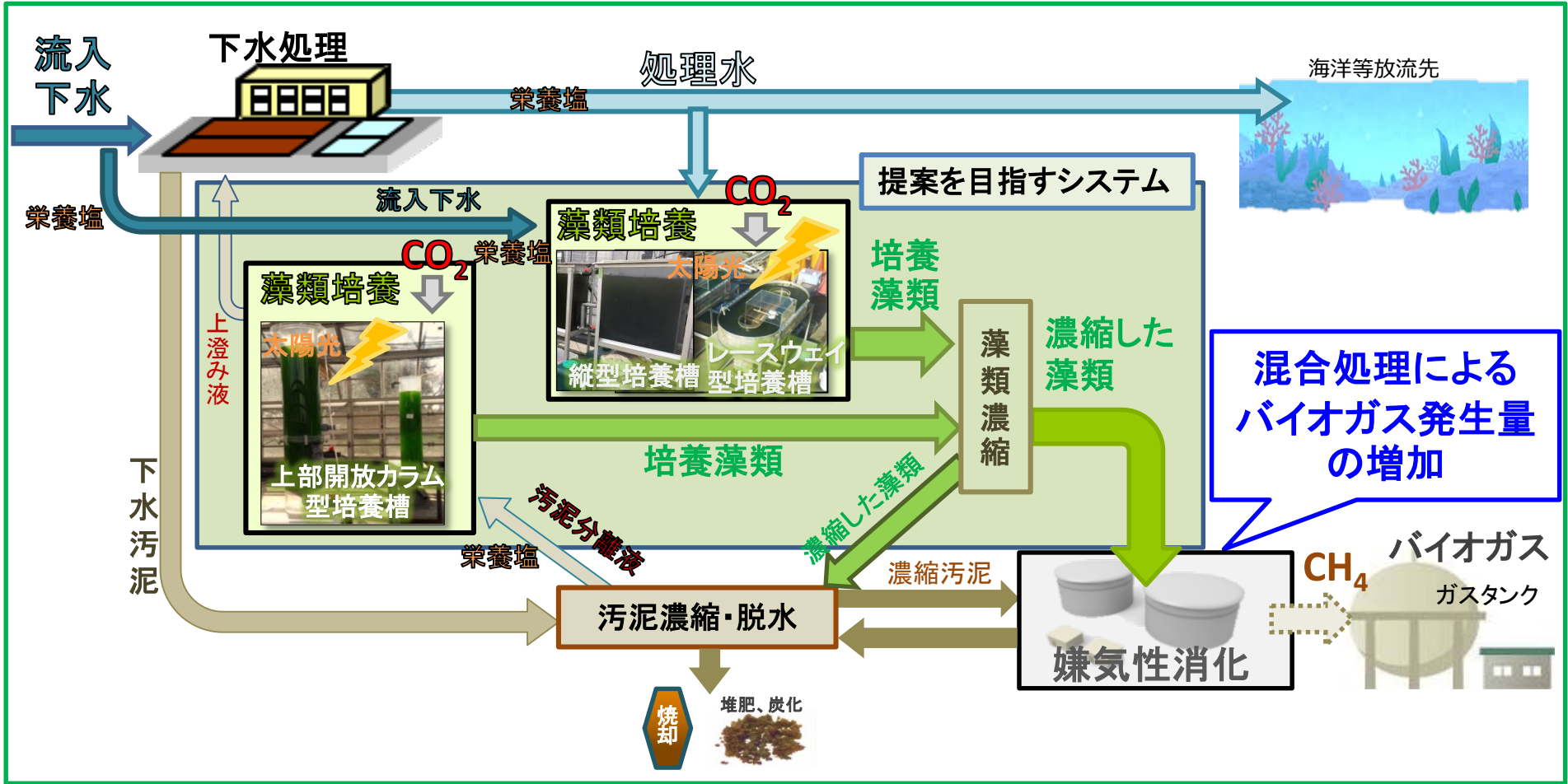
なぜ藻類？



2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

③藻類培養によるエネルギー増産技術

下水処理場における藻類培養導入のイメージ



2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

③藻類培養によるエネルギー増産技術

効率的な藻類培養・濃縮方法？



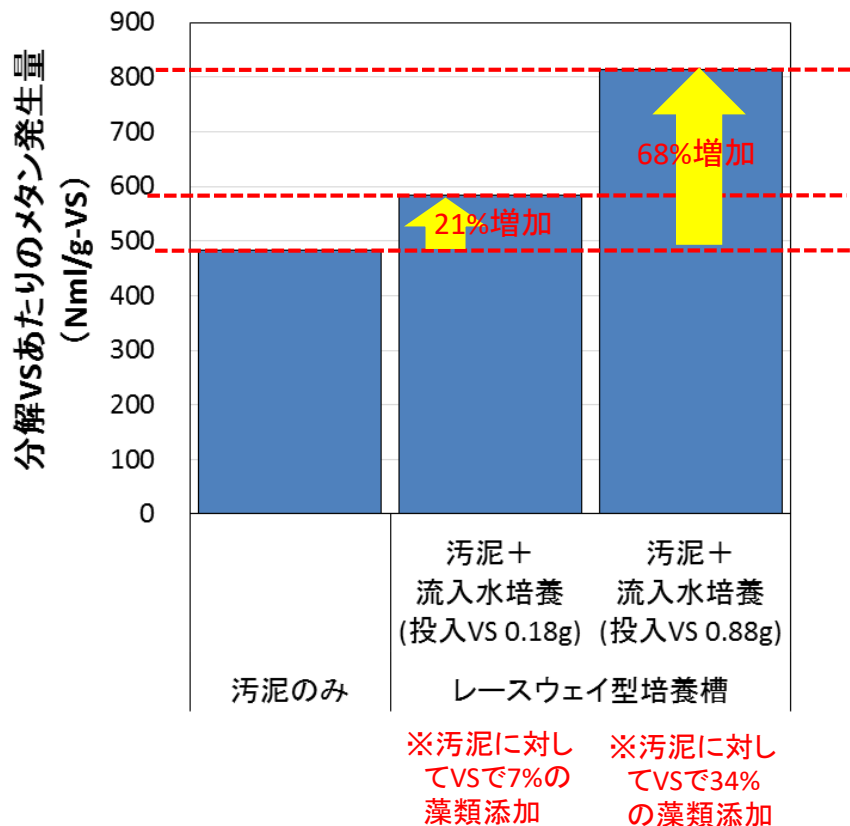
下水処理水による藻類培養実験の例

- ・ 混入方法や攪拌方法、培養装置などの工夫
- ・ 下水処理水だけでなく、栄養塩濃度や濁度の高い流入下水や汚泥分離液を混入する方法を開発

2. 下水処理システムから取り出せる資源・エネルギー

③藻類培養によるエネルギー増産技術

藻類混合による増産効果



藻類添加量に応じて
メタン発生量増大

温室効果ガス排出削減効果の試算

(モデル処理場：処理汚水量1000m³/日)

CO₂排出削減量：135(kg/日)

全国の下水量の10%(15億m³/年)での培養・エネルギー化を仮定した場合

CO₂削減効果：20万トン/年

○下水道分野における温室効果ガス排出削減量の目標

H29年度：210万トンCO₂



R7年度目標：352万トンCO₂

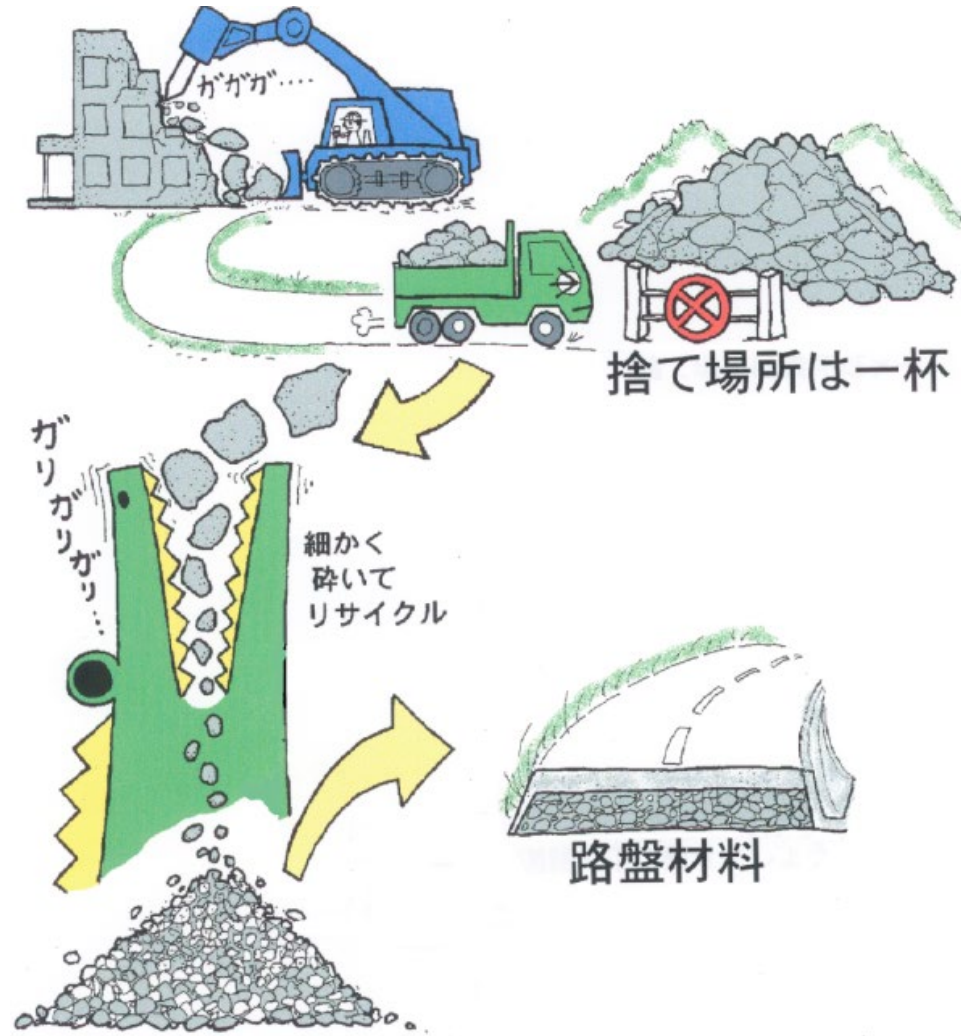
社会資本整備重点計画

地域の条件に合った活用方法の提案を目指しています

3. コンクリート塊の再利用技術



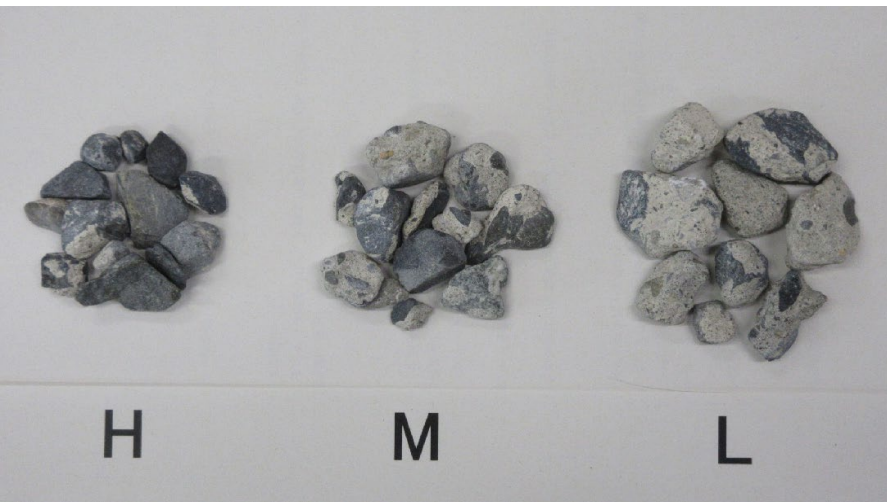
コンクリート塊 (解体材)



3. コンクリート塊の再利用技術

コンクリート塊のコンクリート用再生骨材としての利用

再生骨材の写真



国内の規準類の変遷

- 1931 土木学会 標準示方書 (砂利・砂)
- 1961 碎石JIS
- 1977 高炉スラグ粗骨材JIS
- 1978 JIS A 5308 レミコン 附属書 1 (天然骨材)
- 1980 砕砂JIS
- 1981 高炉スラグ細骨材JIS
- 1992 フェロニッケル細骨材JIS
- 1997 銅スラグ細骨材JIS
- 2003 電気炉酸化スラグ粗・細骨材JIS
- 2006 熔融スラグ粗・細骨材JIS
- 2005~7 再生粗・細骨材JIS
- 2020 火山ガラス微粉末JIS

3. コンクリート塊の再利用技術

- 再生骨材の利用促進に向けた検討
 - プレキャスト製品での適用例を示す
 - 凍結防止剤散布地域でも使用可能なことを確認



凍結防止剤散布地域で劣化したコンクリートブロックの例

3. コンクリート塊の再利用技術

普通粗骨材と同等な品質の プレキャストコンクリート 製品とできる条件

設計強度：30N/mm²以下の場合

- 粗骨材のみに再生骨材M（耐凍害品）を使用
- 製品寸法を2m以下を目安とする。
- フレッシュ性状、強度、長期耐久性について総合的に検討

共同研究報告書

整理番号第 543 号

凍結防止剤散布地域における
再生骨材コンクリートの有効利用技術
の開発に関する共同研究報告書

プレキャストコンクリートへの再生粗骨材 M の
有効利用に係わるガイドライン（案）

令和3年6月

国立研究開発法人 土木研究所
東北地方整備局 東北技術事務所
公立大学法人 宮城大学

土木研究所、東北地方整備局、宮城大学との共同研究

3. コンクリート塊の再利用技術

耐久性評価の例（凍結防止剤散布地域での暴露試験（10年間））



普通コンクリート 再生骨材Mコンクリート

3. コンクリート塊の再利用技術

現在の取り組み

再生細骨材の利用の技術的課題（次期中長期計画でも実施予定）

- 混合利用に関する知見の充実
- 耐久性に関する細骨材の品質規定
- カーボンニュートラルに対応した環境への貢献の再評価



再生細骨材

ご清聴ありがとうございました。

(国研) 土木研究所
先端材料資源研究センター

