



日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



令和3年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム

都市部の下水処理場におけるマイクロプラスチック流入 及び回収の実態

船橋市との環境に関する協定により実施

日本大学生産工学部土木工学科
中村倫明

チームメンバー：
日本大学，船橋市，海洋生物環境研究所
令和4年3月11日（金） Zoom Webinar

1. 研究背景と目的



日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



- 5mmより小さいプラスチックごみ
(1次マイクロプラスチック, 2次マイクロプラスチック)

海洋や陸水だけでなく、水道水や大気、食品、日用品といったよりヒトの暴露に大きく関連する媒体へと拡大しつつある。

海域への流入経路



1. 研究背景と目的



日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



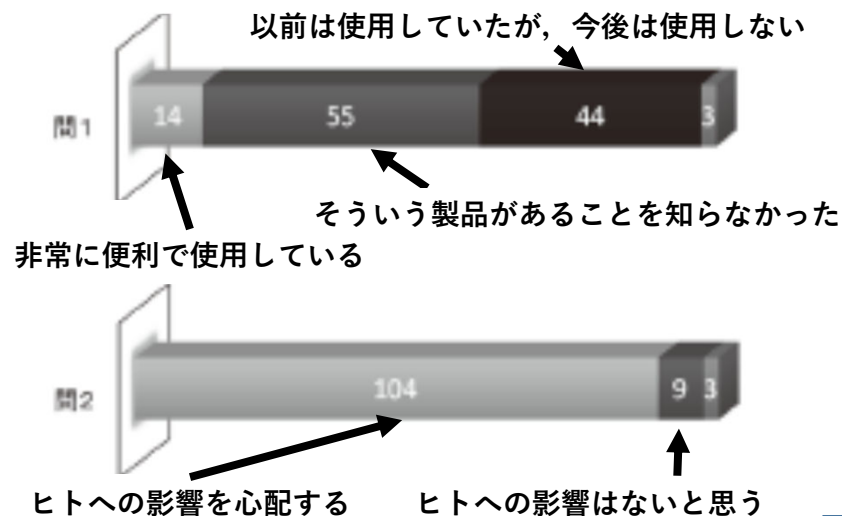
- ・市民参加のマイクロプラスチック削減
- ・削減効果の見える化

80%以上が陸域起源と言われる海洋プラスチックごみ。
人口に比例して汚染源では排出が多いと考えられる。

⇒継続的な削減には、市民の目標と削減効果の見える化が大切

問1. マイクロビーズが含有されている洗顔料等をどう思われますか？

問2. ヒトへの影響について、どう思われますか？



中尾ら(2018)を一部改良

直接的に排出している下水や雨水に着目

- ・海外での研究事例が見られる
- ・田中らによる琵琶湖周辺の下水調査

- ・・・衣類のゴミが見られる（海外）．
- ・・・処理場での回収率は95%を超える．
- ・・・貯水槽別では反応層で濃度が高い

時系列に汚染状況を把握

2. 下水処理場の状況



日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



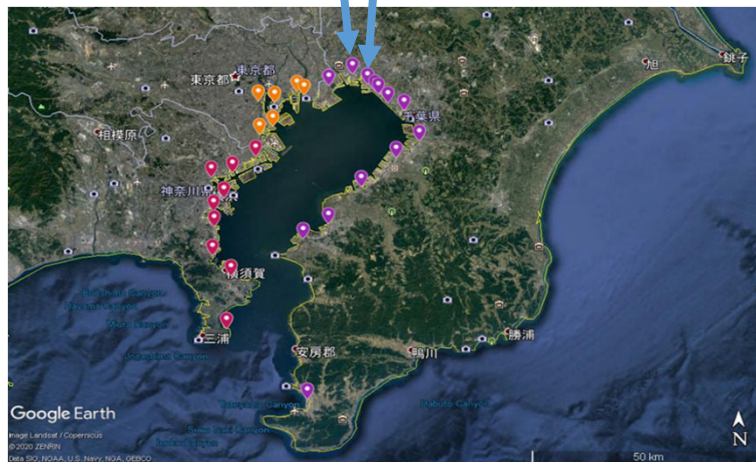
- 東京湾は閉鎖性が強く、湾内の海水交換が弱い。
 - 湾内には**28カ所**の下水処理施設が存在している。
- ⇒窒素、リンを除去した処理水は、海域（一部河川を通じて）へ放流

船橋市は東京湾奥部で流動性が弱く、千葉県内で**2番目に人口が多い**。
市内の**85%以上**を西浦下水処理場、高瀬下水処理場で処理している。

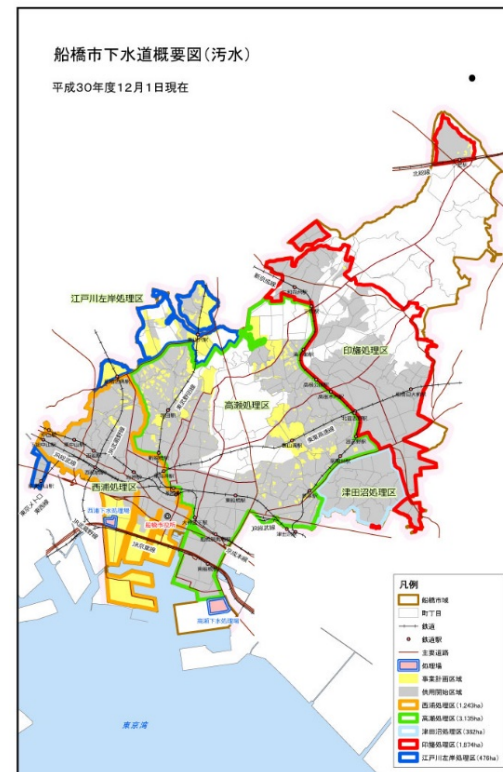
西浦下水処理場 高瀬下水処理場

方式：合流式
処理人口：119,794人
汚水量(晴)：81,000m³/日
汚水量(雨)：769,000m³/日
処理方式：凝集剤併用型
循環式硝化脱窒法
放流先：二俣川

方式：分流式(一部合流)
処理人口：262,576人
汚水量(晴)：102,000m³/日
汚水量(雨)：414,100m³/日
処理方式：嫌気無酸素好気法
放流先：東京湾



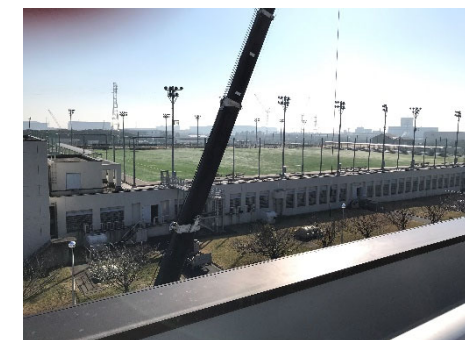
東京湾における下水処理場



船橋市下水道概要図（污水）



西浦下水処理場



高瀬下水処理場

2. 下水処理場の状況

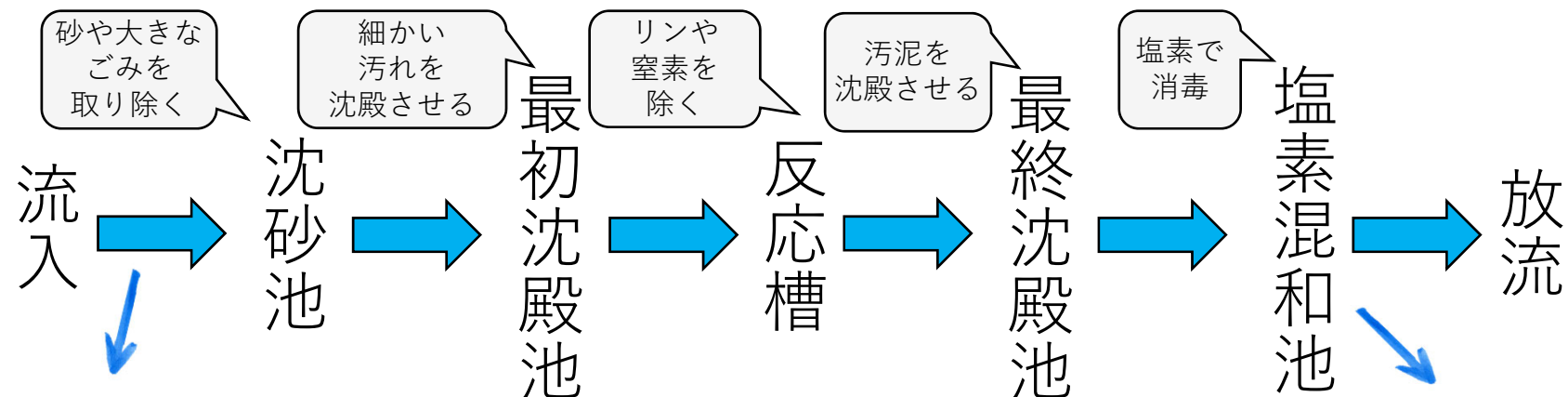


日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



- 一連のフローでは**25mm**と**1mm**のスクリーンによりゴミを除去。
- **MPs**を除去する施設ではない。
- 上澄みが次のフローへ進んでいく

下水処理場の処理フロー



流入水2L,放流水2Lを毎週水曜日に採水し
MPsを分析した.
放流水2,000Lを月に1回現地にて濾過し
MPsを分析した.



2. 下水処理場の状況



日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



- 1. $0\mu\text{m}$ のフィルターにより濾過を実施
- 2Lの濾過に時間がかかる
- 0.1mm 以上を検出

MPsの分析フロー

流入水、流出水

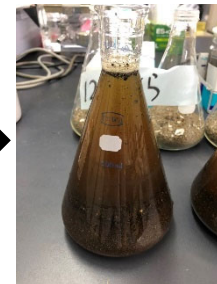


吸引濾過



吸引濾過の様子

残渣



浸透・攪拌の様子



上澄み液

濾過

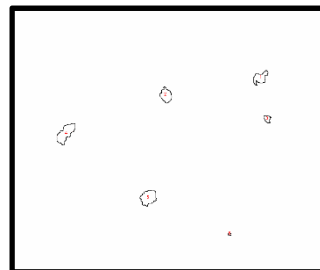
過酸化水素水
塩酸



洗浄

FT-IRにて分析
Image Jにてサイズ、個数を測定

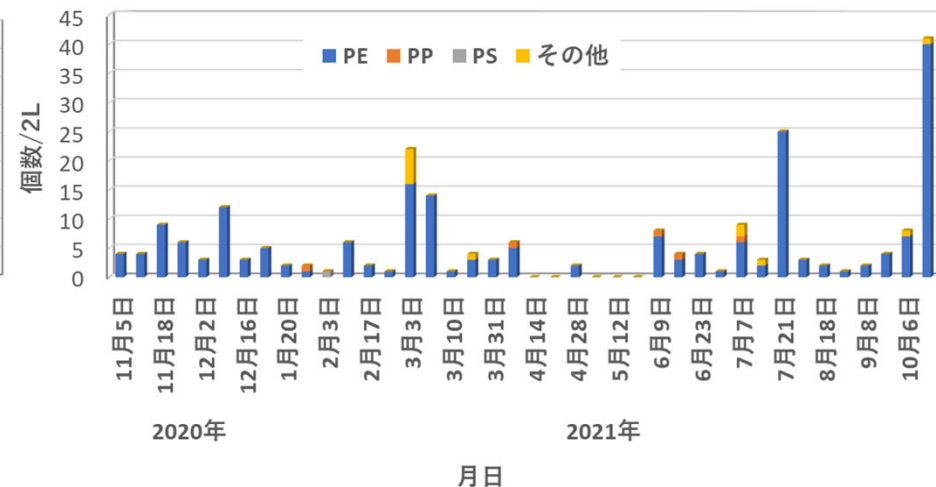
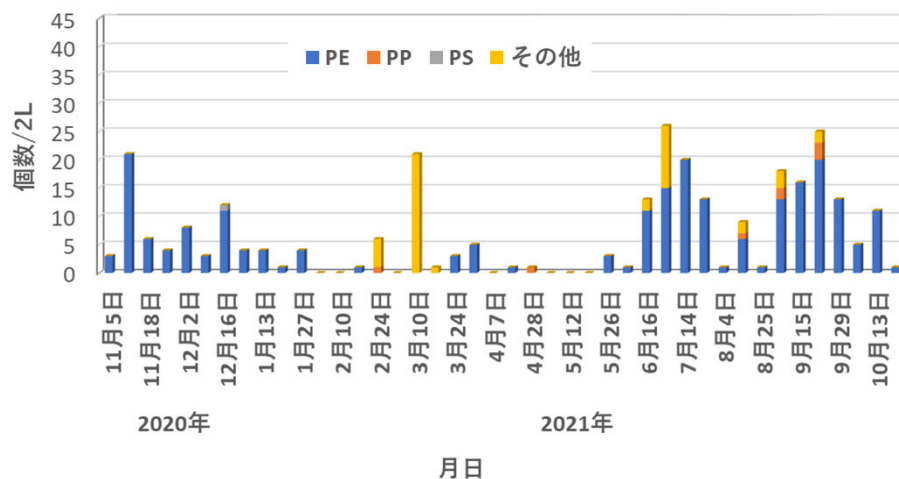
MPs



3. 結果



- 下水中(流入)マイクロプラスチックの出現は**時間変動が大きい**
- 高瀬と西浦で個数変動に**共通点は少ない**
- 高瀬(**中央値2,000個/m³**)と西浦(**中央値1,500個/m³**)で琵琶湖周辺の下水【田中ら(2019)の値(**中央値533個/m³**)】より高い
河川水中【工藤ら(2017)の値(**0.11個/m³**)】より高い
- 処理人口では、高瀬(**中央値0.006個/m³/人**)と西浦(**中央値0,013個/m³/人**)
- 海外より少ない（例えば、韓国**13,865個/m³**）

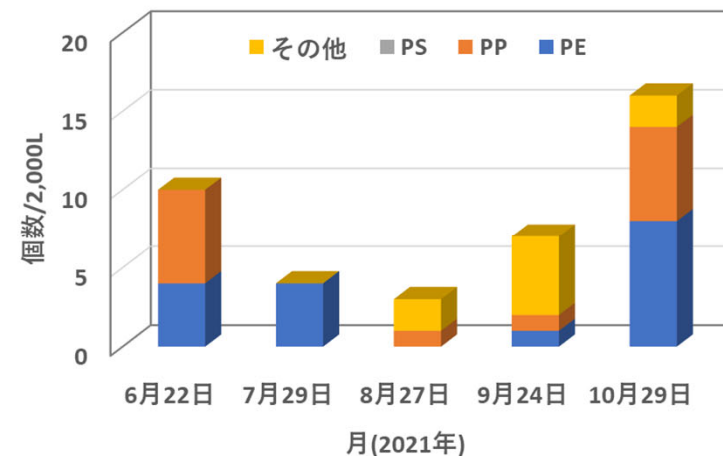
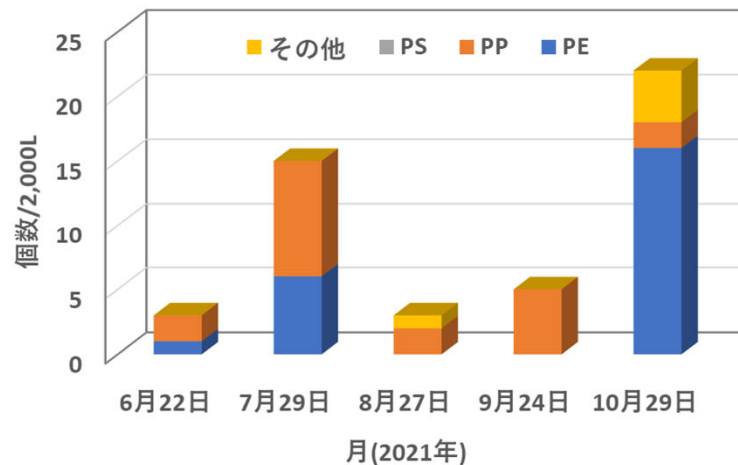


下水（流入水）から検出されたマイクロプラスチック
（左；高瀬，右；西浦）

3. 結果



- 下水中(放流)マイクロプラスチックの出現は**時間変動が大きい**
- 高瀬と西浦で個数変動に**共通点**も見られる
- 高瀬(**中央値2.5個/m³**)と西浦(**中央値3.5個/m³**)で琵琶湖周辺の下水【田中ら(2019)の値(**最大2.2個/m³**)】と同程度
河川水中【工藤ら(2017)の値(**0.11個/m³**)】より大きい
 - 海外より少ない（例えば、韓国**140個/m³**）
 - 2Lの1回/週サンプリングでは**一度も検出されていない**

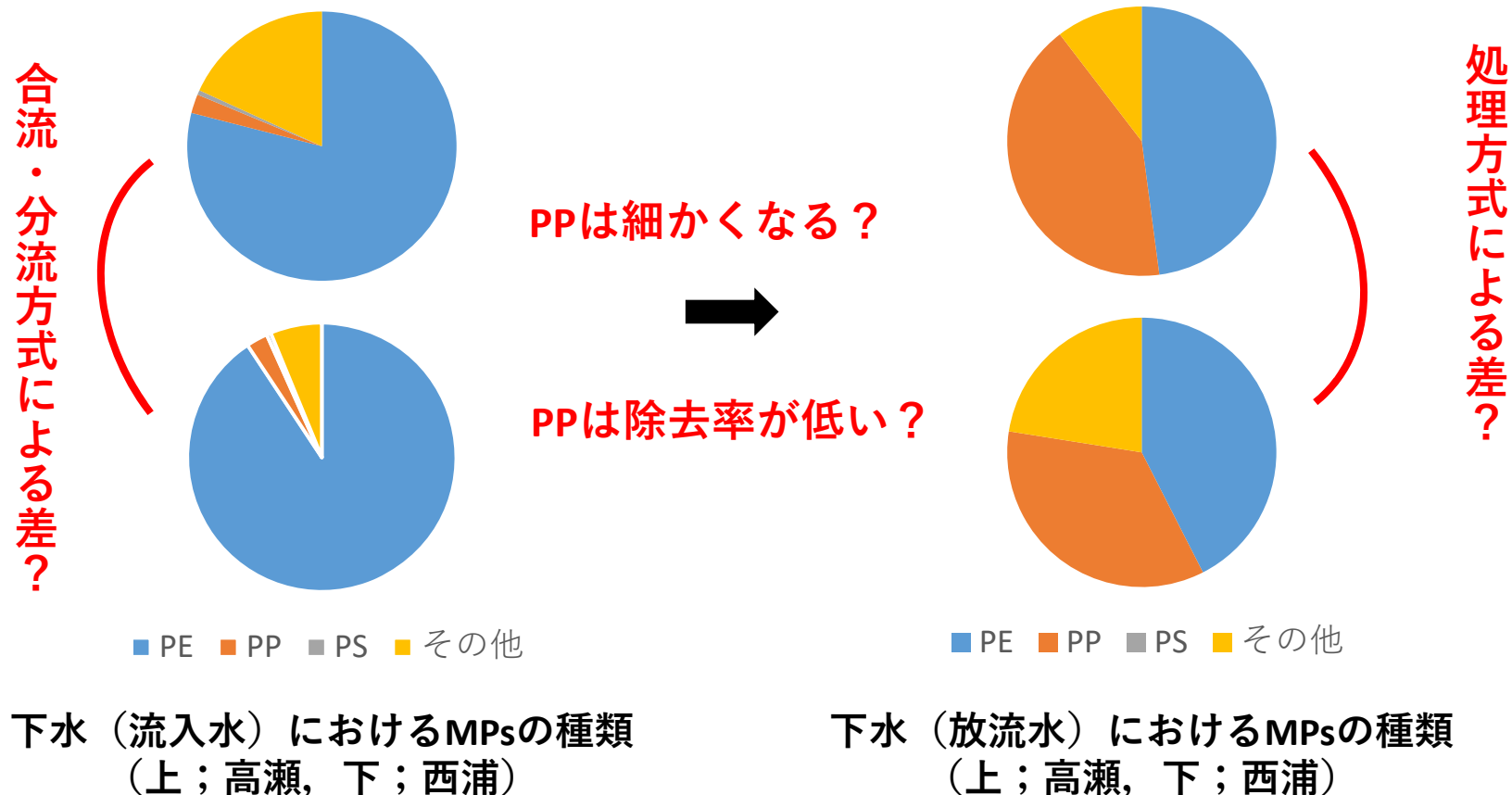


下水（流出水）から検出されたマイクロプラスチック
（左；高瀬，右；西浦）

3. 考察



- 高瀬の流入では81%がPE, その他が17%
- 西浦の流入では92%がPE, その他が5%
- 高瀬の放流では48%がPE, 42%がPP
- 西浦の放流では43%がPE, 35%がPP, 23%がその他



3. 考察

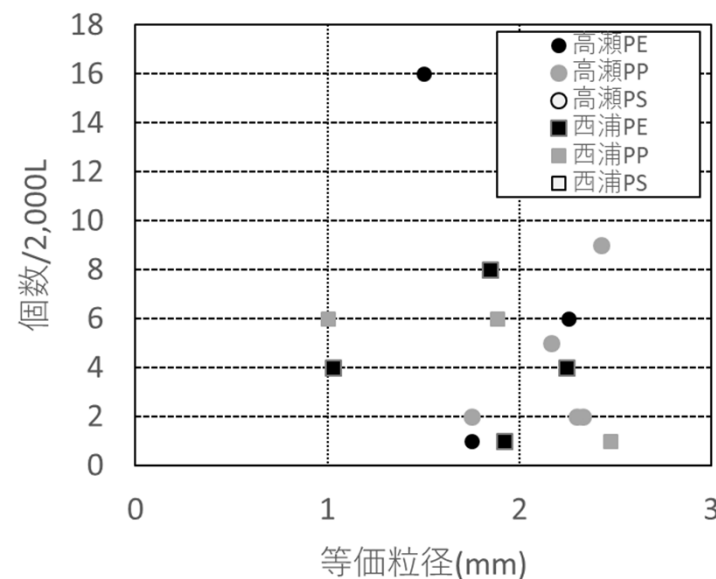
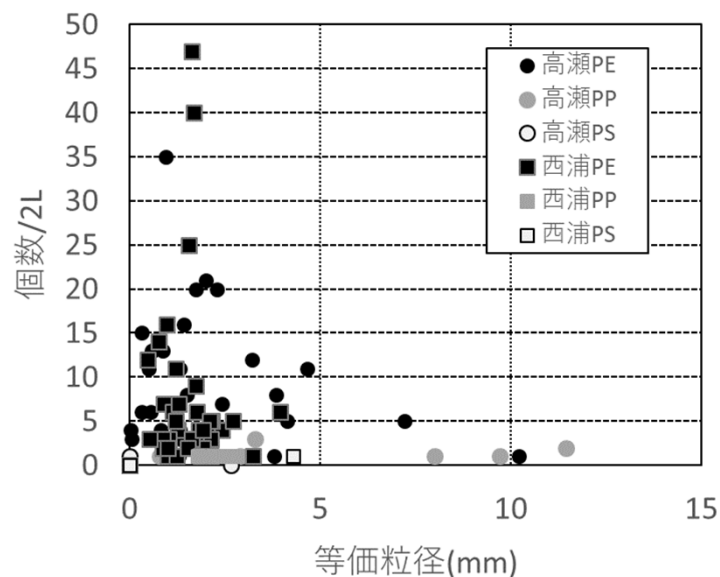


- 高瀬の除去率は**99.9%**，西浦の除去率は**99.7%**
⇒イギリスやアメリカなど(**97.8%~99.9%**)と比較して同程度
- 個数が増えると、ややサイズが小さくなる傾向
⇒下水管処理場内で、**細粒化**が進む可能性

MPsの除去率 = $100 - \{(\text{放流水MPs中央値} / \text{流入水のMPs中央値}) \times 100\}$ (%)

高瀬下水処理場 $100 - 0.125 = 99.9\%$

西浦下水処理場 $100 - 0.233 = 99.7\%$

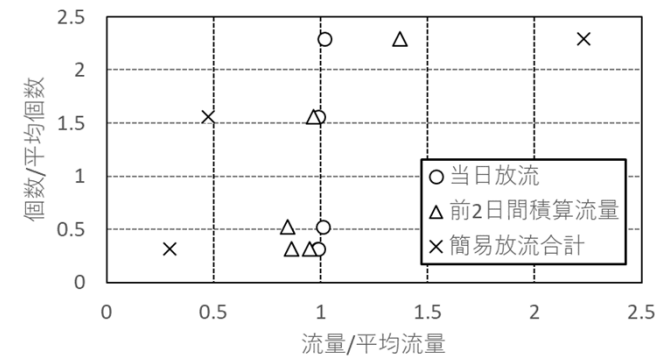
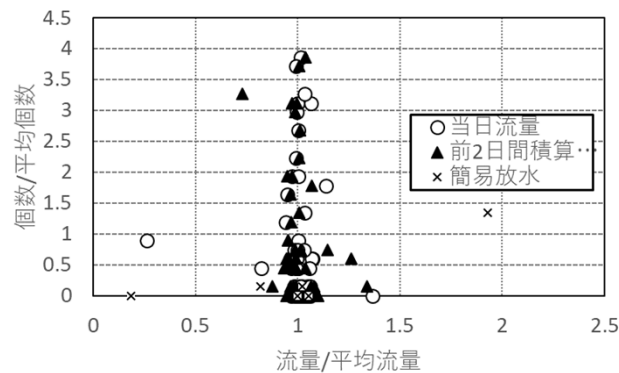


MPsの個数密度とサイズとの関係（左；流入水，右；放流水）

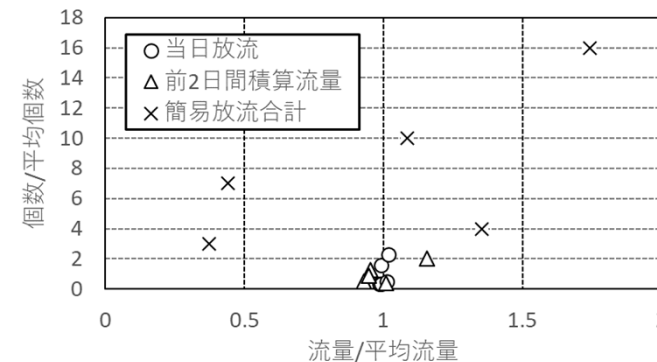
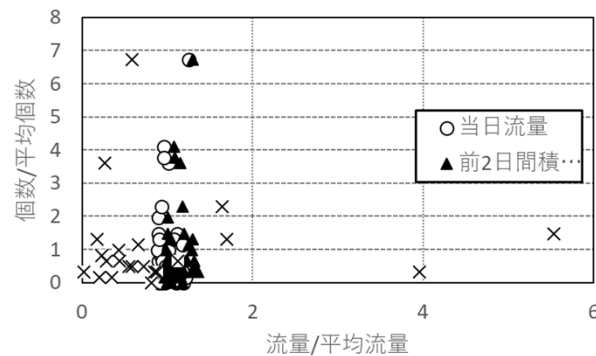
3. 考察



- 高瀬の流入水は流量との相関が小さい。
⇒ 分流式により一定の流入量が影響していると考えられる
- 放流水では簡易放流との相関が高くなる。
⇒ 雨水に混入するMPsが多いことが推察される。



高瀬における流量と個数との関係（左；流入水，右；放流水）



西浦における流量と個数との関係（左；流入水，右；放流水）

3. 考察



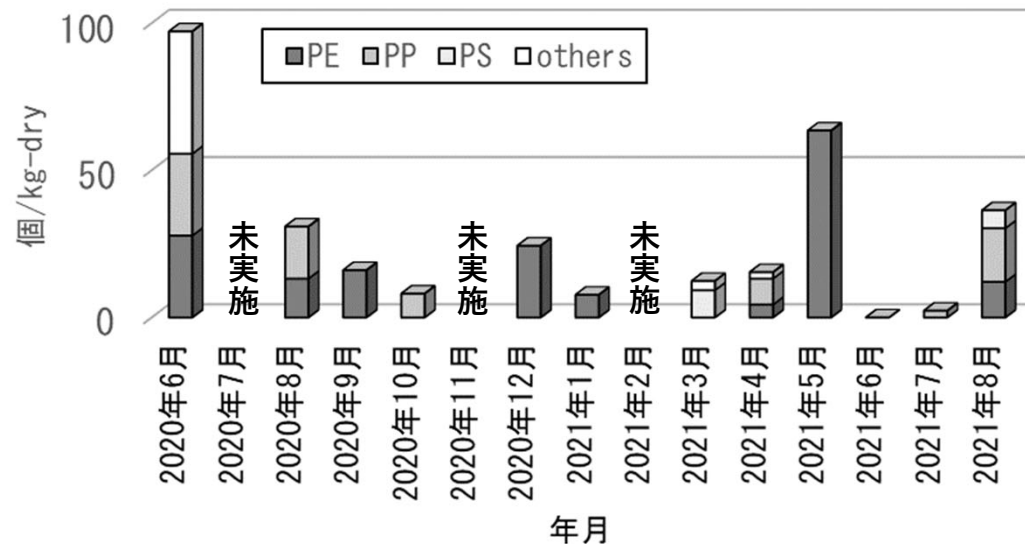
日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



- 発表者が実施している海域調査によれば、海底土から検出されるMPsの種類は季節性や沈降プロセスの影響が考えられる。
 - ⇒河川からの直接的な影響の可能性
 - ⇒他海域からの直接的な影響の可能性
 - ⇒下水処理場からの簡易放流や直接放流が寄与している可能性
- 本研究の結果から、方式等により下水処理場ごとに特性がある。



調査位置図



東京湾海底におけるMPsの季節変動

4. まとめ



- 放流水中のMPs量から、算出した下水処理場からのMPs流出量は、高瀬：約7500万個，西浦：約6800万個となる。
- 下水処理場では，MPsの回収効果もある。
一方で，雨量が増加した場合は簡易放流や直接放流を実施するため，本研究の流入水で検出されたMPs密度程度が直接海域へ放流される。
- 下水処理場でのMPsの回収は主に汚泥等による除去と考えられるが，汚泥は再利用により再度MPsの流出が懸念される。

東京湾にある下水処理場の汚泥利用方法

名称	汚泥処理施設	再資源化
下町浄化センター 追浜浄化センター	下町浄化センター	コンクリートの材料として有効利用されていたが、現在は保管
金沢水再生センター 南部水再生センター 中部水再生センター	南部汚泥資源化センター	化石燃料の代用燃料，改良土，建設資材原料等
神奈川水再生センター 北部第二水再生センター	北部汚泥資源化センター	消化ガスの有効利用，改良土，セメント原料，建設埋め戻し材
入江崎水処理センター	入江総合スラッジセンター	余熱エネルギーを温水プールに活用，セメントの原料
森ヶ崎水再生センター 芝浦水再生センター	南部スラッジプラント	埋立処分(鍛練灰)，スラジライト，軽量骨材原料，セメント・アスファルト原料
有明水再生センター 砂町水再生センター	東部スラッジプラント	汚泥焼却炉の廃熱を利用した蒸気発電と冷暖房，火力発電所の燃料(予定)
葛西水再生センター	葛西水再生センター	スーパーアッシュ(粒度調整灰)，軽量骨材原料，セメント・アスファルト原料
江戸川第二終末処理場	江戸川第二終末処理場	軽量骨材，埋立処分
西浦下水処理場	西浦下水処理場	消化ガスの発電，バイオマスエネルギーの利活用，肥料
高瀬下水処理場	高瀬下水処理場	セメント原材料
津田沼浄化センター	津田沼浄化センター	建築物の材料(セメントや人工軽量骨材など)，溶融スラグを生成しアスファルトフィラ(骨材)として有効利用
花見川第二終末処理場	花見川第二終末処理場	埋立処分，原材料として有効利用を予定
花見川終末処理場	花見川終末処理場	埋立処分，原材料として有効利用を予定
千葉市中央浄化センター 千葉市南部浄化センター	千葉市南部浄化センター	消化ガスのエネルギー利用，セメント原料
松ヶ島終末処理場	松ヶ島終末処理場	軽量骨材(コンクリートに混ぜる玉石の代わり)，汚泥固形燃料化(予定)
袖ヶ浦終末処理場	袖ヶ浦終末処理場	セメントの原料，スラグ化，肥料
木更津下水処理場	木更津下水処理場	セメント原料
君津富津終末処理場	君津富津終末処理場	埋立処分



セメント材や埋立て材

など

※全体計画に基づく，現状とは異なる場合もある



日本で唯一の生産工学部
日本大学生産工学部



令和3年度海洋プラスチックごみ学術シンポジウム

都市部の下水処理場におけるマイクロプラスチック流入 及び回収の実態

船橋市との環境に関する協定により実施

ご清聴ありがとうございました。

日本大学生産工学部土木工学科
中村倫明

チームメンバー：
日本大学，船橋市，海洋生物環境研究所
令和4年3月11日（金）Zoom Webinar