

R6年度市民科学発表会  
2024年7月31日横浜市庁（オンライン発表）

# 下水資源を活用した スマート農業の挑戦

東京農業大学 地域環境科学部 生産環境工学科 岡澤 宏

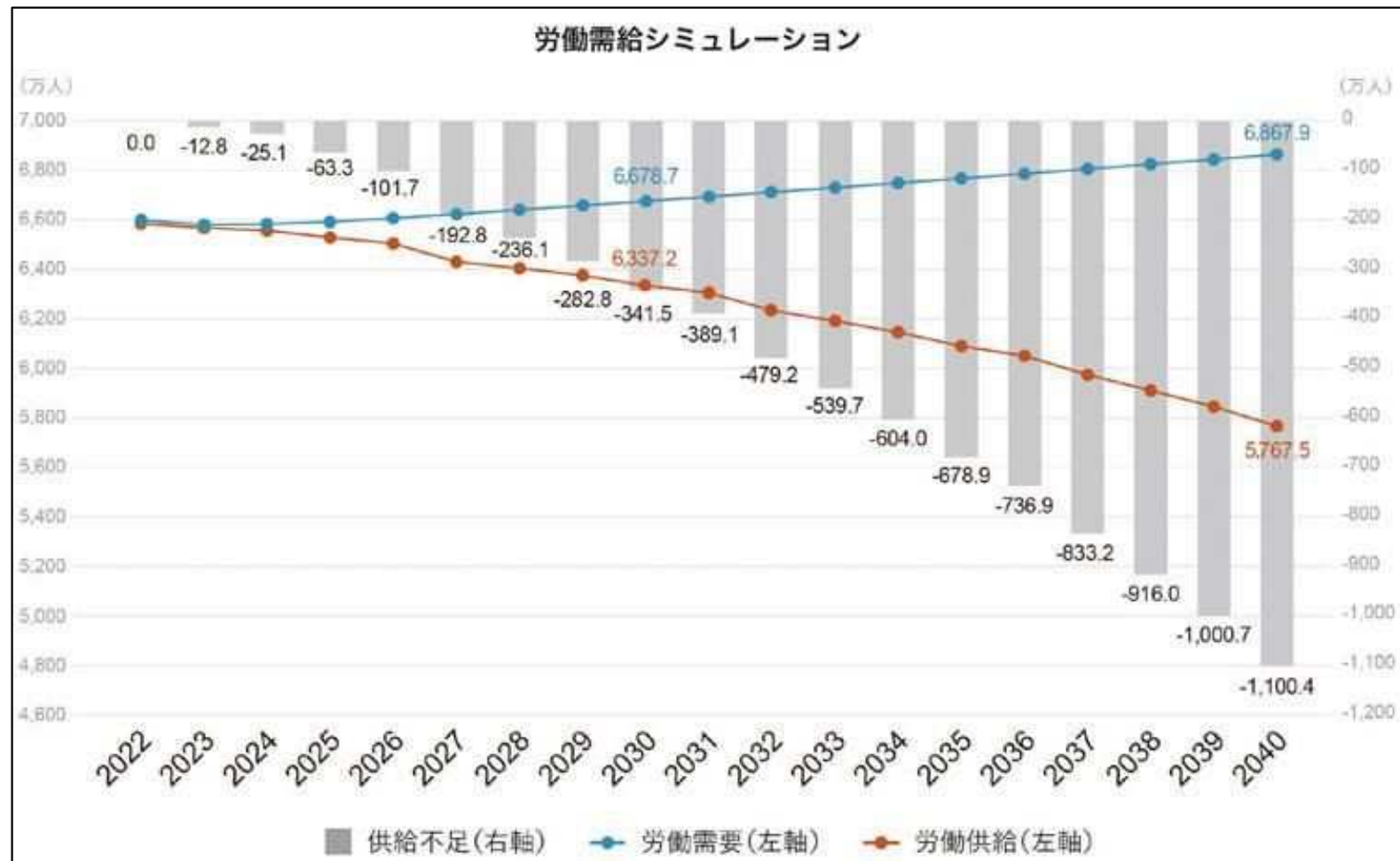
東京農業大学大学院地域環境科学研究科 D3 Perez Fuentes Antonio

東京農業大学大学院地域環境科学研究科 M1 東 麟太郎

横浜市 下水道河川局 マネジメント推進部

横浜市 みどり環境局農政推進課

# 現役世代の急減と高齢人口の増加



必要な労働力の需要と供給のバランスが崩れ、2040年には1100万人余りの不足が見込まれる慢性的な労働供給不足の社会 = 労働供給制約社会による生活維持サービスの崩壊

リクルートワークス研究所より引用

[https://www.works-i.com/research/report/review2023\\_01.html](https://www.works-i.com/research/report/review2023_01.html)

# 将来の日本に求められる農業

- ・ **スマート農業の推進による人手不足の解消と労働の軽減**

- ・ 資源循環型農業の推進。

肥料価格の高騰と環境調和型農業による減肥

無農薬・低農薬による農業の推進

- ・ **資源の乏しい日本において、廃棄される資源の再利用を推進する。**

- ・ **下水資源による新しい農業**

横浜市記者発表資料

OPEN YOKOHAMA

令和5年1月13日  
環境創造局政策課  
環境創造局農業振興課

## げのうれんけい 下農連携！下水と都市農業のマッチング!!

～下水道資源を活用したスマート農業実証のための農業ハウスが完成しました！～

循環型社会の形成や農業のスマート化に向けて、北部下水道センター内に、①下水再生水<sup>※1</sup>や下水熱<sup>※2</sup>などの下水道資源を活用し、②最新のスマート農業機器を導入した、農業実証施設を作りました。施設の完成にあたり、次の日程で公開することとしましたのでお知らせします。

※1 下水再生水：通常の下水処理に加え、ろ過処理や塩素処理など、さらに高度な処理を行った水  
※2 下水熱：下水は外気温に比べて冬は温かく、夏は冷たい。この下水の水温と外気温との温度差のことをいう。  
※3 スマート農業：ロボット技術や情報通信技術(ICT)を活用して、省力化・精密化や高品質生産を実現する等を推進している新たな農業のこと

### 1 取組の概要

- (1) 循環型社会の形成に向け、下水再生水、下水熱及び下水処理に伴い発生する二酸化炭素など下水道由来の未利用資源を有効活用して、実際に農作物等の栽培を行い、東京農業大学と連携して有用性や安全性等を検証します。
- (2) 最新のスマート農業機器を導入し、遠隔での生育管理を行います。スマート農業の普及に向け、技術支援等を委託している株式会社サカタのタネに専門的なアドバイスをいただきながら、効果検証や知見の蓄積を進めます。
- (3) 令和5年度以降、横浜農業協同組合等にも御協力いただき、農家等に向けた研修を行うほか、市民や企業等を対象とした見学会等を実施する予定です。

The diagram illustrates the integration of wastewater resources and smart equipment in a greenhouse. On the left, 'Wastewater Resource Utilization' (下水道資源の活用) includes 'Water Reuse' (生育促進) with CO2 and 'Temperature Control' (温度調節) using wastewater. On the right, 'Smart Equipment Utilization' (スマート機器の利用) includes 'Production Control' (増産制御) with autonomous cultivation and autonomous water management, and 'Production Management' (生育管理) with remote sensing and image analysis. The central area is labeled 'Water' (養水) using treated wastewater and recycled water.

取組イメージ

# 研究目的

1. 下水の処理過程で発生する資源（処理水と再生水，廃熱，CO2）をもっと活用できないか。  
捨てれば廃棄物，活用すれば資源になる。

## 水の説明

再生水：下水を物理作用，生物作用，化学作用で浄化した水。

処理水：再生水に薬剤処理を行い，微生物を取り除いた水。

水道水：人が飲料できるまで浄化した水。

2. 将来の労働力不足に対応したスマート農業が適応できないか。  
極力，人が作業をしない農業



# 概要

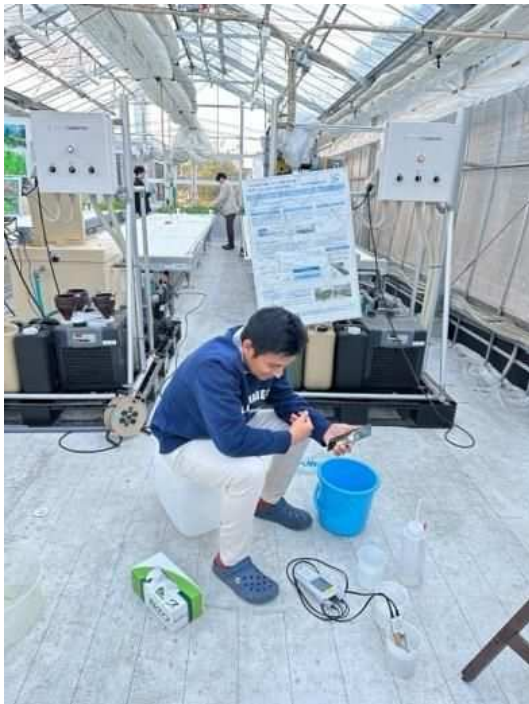
- ・ 鶴見にある北部汚泥資源化センターの温室を使用
- ・ 水耕栽培ベンチの寸法は1.08m×8.19m
- ・ アルスプラウトシステムを導入、肥料の量、pH・ECの値  
天井のカーテン等を遠隔で自動制御できる
- ・ 毎週減った肥料の量を計測し、植物が利用した肥料量を算出



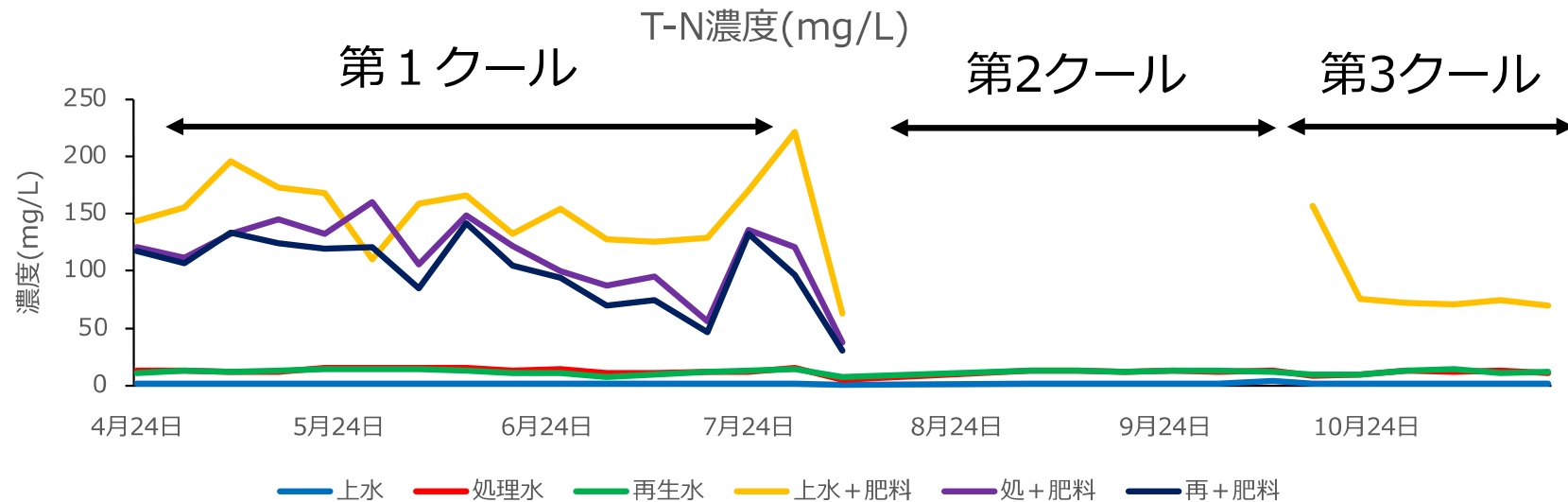
Fig. 実験ハウスの制御装置

# 測定項目

- (植物)
- 伸長、葉緑素(SPAD)、葉の面積、収量、栄養評価
- (水質)
- 陽陰イオン、pH・EC、水温、T-N・T-P
- (栄養評価)
- カリウム、マグネシウム



# 結果～窒素濃度の変化～



- 第1クールでは各培養液に施肥し循環式で実験を行ったため植物の生長に応じてT-N濃度が減少した。肥料量が減った5月15日、6月12日、7月3日に徐々に肥料管理機により自動追肥が行われ、T-N濃度が上昇していた。
- 第2クールでは肥料を使用せずかけ流し式で実験を行ったため処理施設から供給されているものと同じであり、大きな変化はみられなかった。
- 第3クールでは上水ベンチのみ施肥し循環式、その他には施肥せずかけ流し式で実験を行った。初週は徐々に肥料管理機の設定ミスにより高い値を示したが、以後はECを揃えていたため概ね一定で推移した。

# 結果~第1クール:トマトの生育結果(2023/5/1-7/24)~

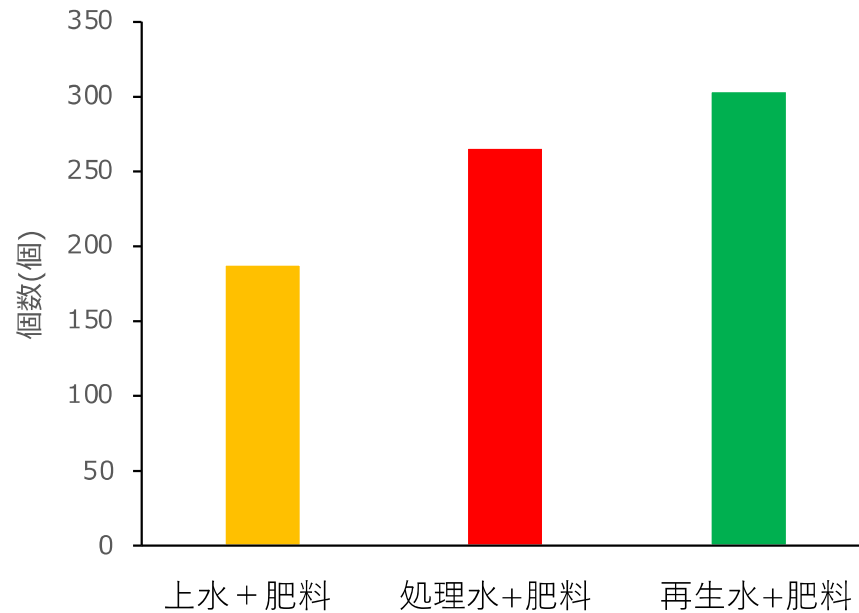


Fig. 培養液ごとの果実数比較

- 果実数は上水+肥料で188個，処理水で266個，再生水で304個となり，再生水が最も多くなった。



# 結果~トマトの生育結果(2023/5/1-7/24)~

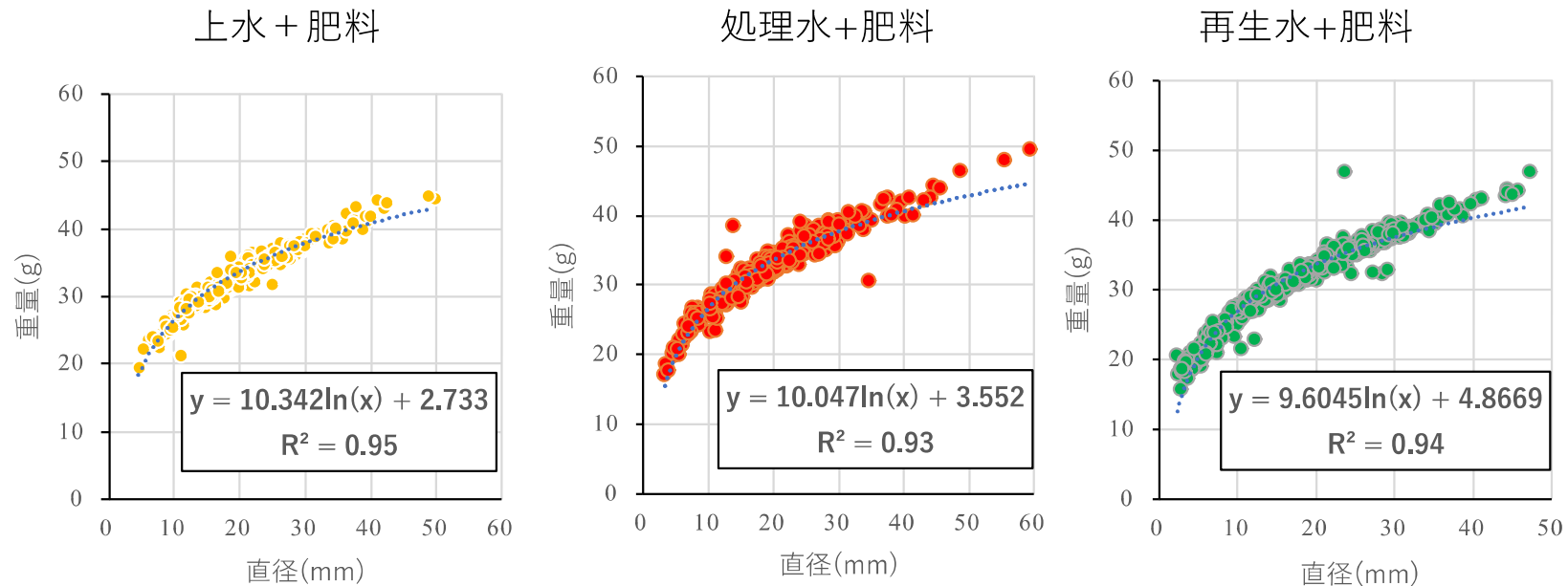


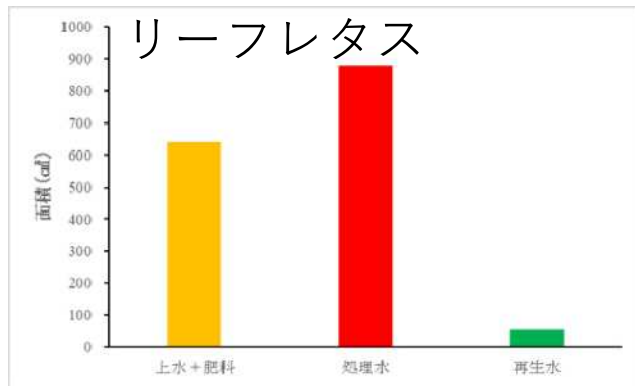
Fig. トマト果実の重量と直径の相関

- ・ 果実の直径と重量の相関では各培養液ともに強い正の相関がみられ、生長のムラは少ないことがわかった。処理水と再生水の間にも有意な差があった。

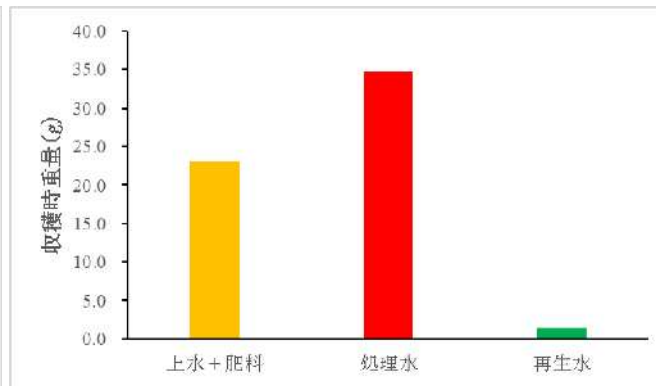
# 結果~第3クール:リーフレタスとコマツナの生育状況~



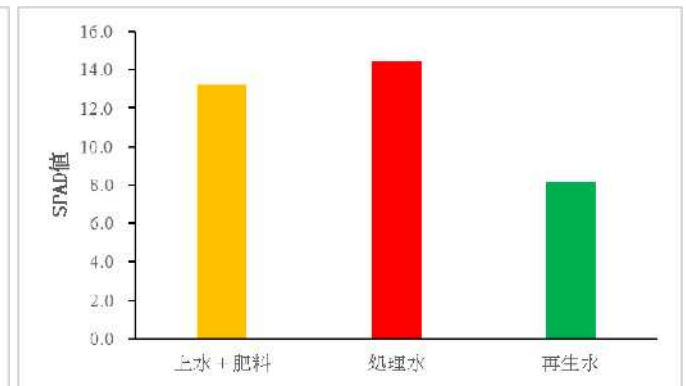
# 結果~リーフレタスとコマツナの生育結果(2023/10/16-11/13)~



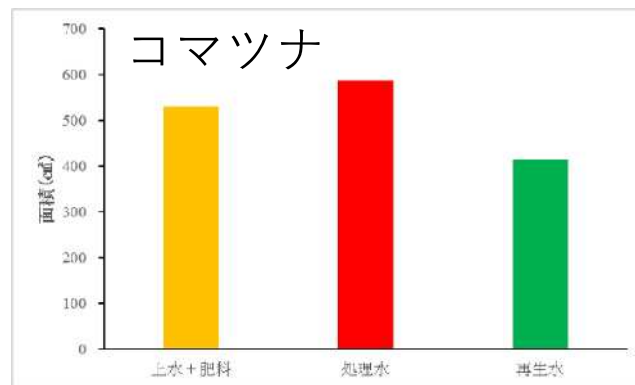
葉面積



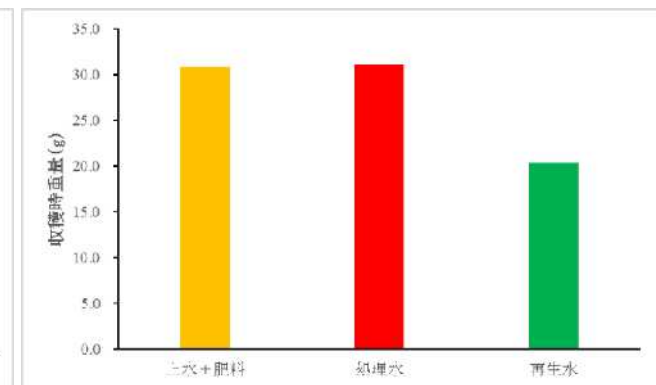
収穫時の重量



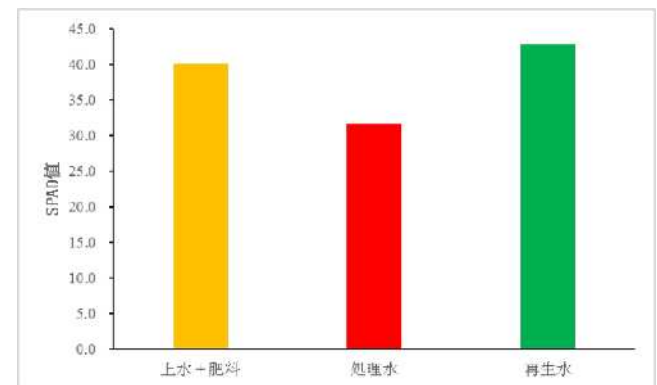
SPAD値



葉面積



収穫時の重量



SPAD値

# 考察<sub>～第3クール～</sub>の考察<sub>～</sub>

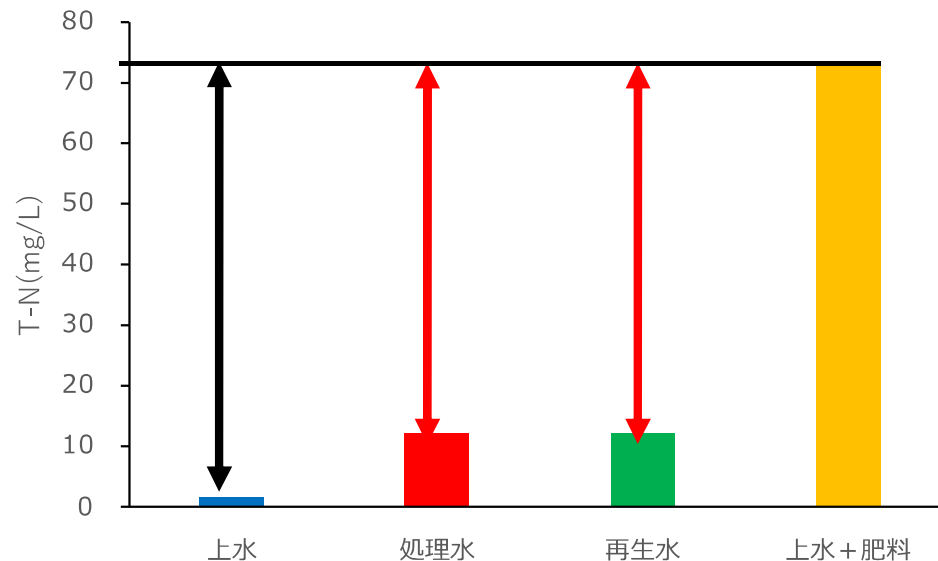
---

- 第3クールでは第2クールで得られた結果をもとに、上水に施肥して肥料濃度（EC値）に処理水・再生水を合わせて葉物野菜を栽培し、処理水・再生水を用いた水耕栽培の実用性を調べた。
- 処理水ではリーフレタス・コマツナとともに上水の生育結果を上回り、処理水のイオン組成が植物の生長に寄与していることがわかった。
- 再生水では残留塩素による生長阻害により育ちが良くなかったが、リーフレタスとコマツナでは生長阻害の程度に差があり、植物によって塩素耐性の強さが異なることがわかった。

# 考察～肥料の使用量～

鶴見では20LタンクにOATハウス1号2号を合わせて5kg入れて使用している

第2クール期間で2,565mlの肥料を使用している  
ECの値を処理水、再生水と揃えているため、これらを使用すれば**2,565mlの肥料を節約できる**ことがわかる



処理水・再生水を使用すれば  
肥料は赤色の矢印の量で済む

概算で**14%の削減**となる

Fig. T-N含有量と肥料削減可能量の推測

# 今後の展望

- 2ヶ年の研究において葉物野菜とトマトの栽培の可能性を示すことができた。一方で、ハウスに設置した遠隔システムの効果の検討はまだ不十分である。そのため、いかに労力を割かずにこのシステムで農業が可能かを検証する予定である。
- その際に、画像診断の導入も重要となることから、環境計測に画像診断を加えた方策についても検討する予定である。
- 週に一度の農作業によって栽培の可能性を検討している。より労力の低減が離れるスマート農業を検討する必要がある。