

3-6-4 木質バイオマスの200倍の効率でCO₂を削減するサツマイ

モ・メタンの大量生産による持続可能な燃料供給システムの開発

(近畿大学・生物理工学部) ○鈴木高広, 坂本 勝

(日本下水道事業団) 川上高男, 久保裕志, 宮部由彩, 榎田祐介, 若山泰介

(ウォーターエージェンシー) 廣島大祐

Development of a sustainable fuel supply system by mass production of sweet potatoes and methane that reduces CO₂ with 200 times the efficiency of woody biomass

○ Takahiro SUZUKI, Masaru SAKAMOTO, Takao KAWAKAMI*, Hiroshi KUBO*,

Yui MIYABE*, Yusuke MAKITA*, Taisuke WAKAYAMA*, Daisuke HIROSIMA**

(Kindai University, *Japan Sewage Works Agency, **Water Agency INC)

SUMMARY

When sweet potato production was carried out by a multi-layer cultivation method using treated sewage water as fertilizer, biomass production was possible with a yield of 4% of the annual solar energy. In addition, by anaerobically fermenting the tuberous roots and foliage with sludge, we succeeded in converting into methane. If the fuel cell "ENE-FARM" uses this methane to supply thermoelectric power with an efficiency of 90%, the total efficiency is expected to be 3.6%. This conversion efficiency shows that it has a CO₂ reduction effect 200 times that of woody biomass power generation in which total efficiency is estimated as 0.018% (growth yield 0.06%×power efficiency 30%).

[1] 緒言

森林・林業統計(林野庁)に基づく山林の年間増殖体積は8000万m³, 年間日射量に対する森林バイオマスのエネルギー収率は0.06%と算出される。また, FIT制度により普及した木質バイオマス火力発電効率(発電量÷投入熱量)は20%~30%であり, 総合効率は0.018%未満と見積られる。

一方, 演者らは甘藷の半水耕多層栽培システムを用いて20kg/m²の甘藷生産が可能であり, 芋と茎葉の総バイオマス生産量が150MJ/m², エネルギー収率は3.0%に達することを報告した¹⁾。

甘藷は, 茎葉も可食性であるため嫌気発酵法で全量をメタン変換(収率100%)でき, そのメタンを水素源として燃料電池エネファームで熱電供給すが利用効率は90%に達する。したがって, 太陽エネルギーを甘藷・メタン・水素に変換すれば, 総合効率は2.7%に達すると見込まれる。

さらに, 越冬栽培を実現できれば年間のバイオマス収率を4%(甘藷年産量27kg/m², 200MJ/m²), 総合効率は3.6%に高まると見込まれる。これは木質バイオマス発電の200倍の日射利用効率に相当する。すなわち, 木質燃料を生産し火力発電を行うよりも,

甘藷を生産しメタン・水素に変換した方が単位面積あたり200倍量のCO₂を吸収できることを示す。

そこで, 通年栽培で収率4%の実現を目指し, 冬季でも水温15℃を維持する下水処理水を暖房熱として秋植え越冬栽培を行う方法を検討した。また, 芋と茎葉を下水汚泥と共に嫌気発酵し, 芋バイオマスを全量メタンに変換する方法を検討した。

[2] 実験方法

実験は日本下水道事業団が管理を受託し, 運転操作業務を(株)ウォーターエージェンシーが行っている磐南浄化センター(静岡県磐田市)で行った。**Fig.1**に栽培装置を示す。下水処理水を塩ビ管に通水し, 黒丸ポットの底部から垂らした不織布で根を誘導し根圏灌水三層栽培を行った。**Fig.2**は, 同装置にビニルフードをかぶせた越冬栽培設備を示す。水軒金時とベニハルカの2品種を用いて, 夏季栽培は5月に定植し11月に収穫。越冬栽培は, 収穫した蔓から調製した苗を12月に定植し7月に収穫した。

Fig.3に消化実験設備を示す。下水汚泥のpHを7.0に調節した消化液800mlを炭酸飲料の空ペットボトル(1.5L)に注入した。次に, 容器を押しつぶし上部空間の空気を除去したのち蓋を閉じ, 35℃に設定

した恒温器内で嫌気消化を行った。1週間ごとに消化液の一部を新鮮汚泥と交換し滞留日数を21日または28日に設定した。芋と茎葉の各乾燥粉を用いて、汚泥に対する投入量を変えてメタン発生速度を比較した。容器内で発生したガスはテドラーバッグに捕集し、メタン濃度と発生量を測定した。

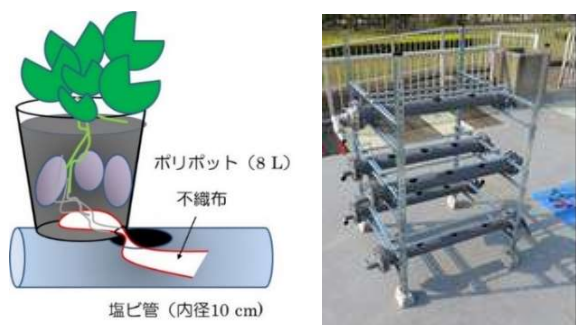


Fig.1 Rhizosphere irrigation cultivation method for sweet potatoes using treated sewage water.



Fig.2 Set-up of mini-house cultivation system with supplying of treated sewage water for winter cultivation.



Fig.3 Methane production test from sweet potato and sewage sludge using PET bottles.

[3] 結果と考察

Fig.4に夏季栽培の結果を示す。最上段は水軒金時が1.6 kg/pot, ベニハルカは1.3 kg/potに達した。

Fig.5に越冬栽培の結果を示す。7月末に収穫したところ大きい方のハウスの最上層の水軒金時は平均0.8 kg/pot, ベニハルカは1.2 kg/potに達した。

三層25鉢栽培の収穫見込み量を算出したところ、夏季栽培では水軒金時の芋の収穫量が19.7 kg/m²に達し、茎葉も含めた乾燥バイオマス総量は8.3 kg/m²に

達した。一方、越冬栽培ではベニハルカの芋が10.5 kg/m²に達した。その結果、通年栽培で27 kg/m², 収率4%の生産が可能であることが明らかとなった。

Fig.6はメタン生産速度と収率を示す。芋と茎葉が全量メタン変換されたと仮定し、余剰分のメタンの対汚泥収率を算出したところ、芋無添加I(0/0)の70%からII(41/7)では92%に上昇した。II(41/7)では芋・茎葉が全量メタン変換されたと示唆される。

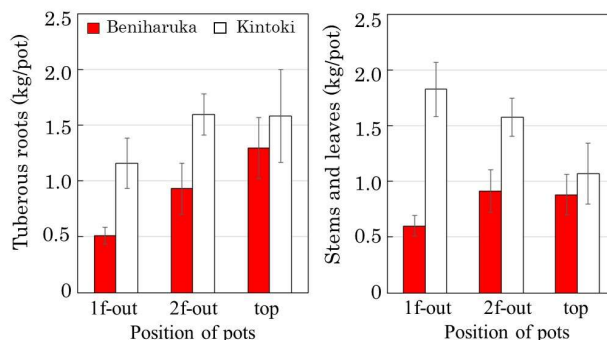


Fig.4 Yields of sweet potatoes and stems-leaves by cultivation from May to November.

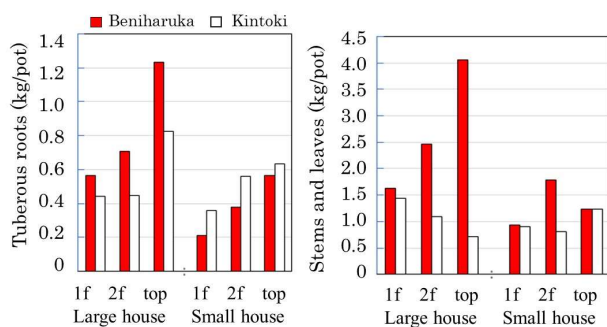


Fig.5 Results of cultivation from December to July.

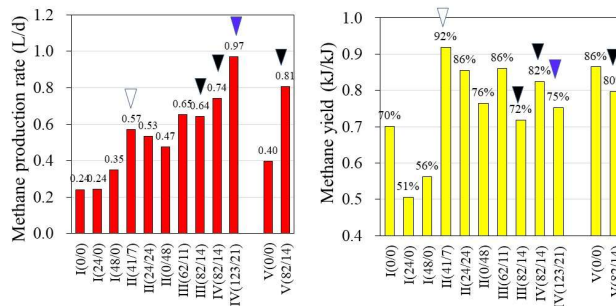


Fig.6 Methane production rate and methane yield. Dilution rate; 25%/wk (I~IV), 33%/wk (V), (a/b); weight ratio of supplied potatoes (a) and foliage (b).

【引用文献】1) 鈴木, 他, 第29回日エネ大会要旨集, 2020
 【謝辞】本研究は、磐田市(静岡)のご協力により実施しました。また、下記助成を受けました。関係各位に感謝致します。
 日本学術振興会科学研究費 20K12247 国産可食・燃料バイオマスによる地球温暖化対策に関する新たな知の創出

【連絡先】鈴木高広 TEL: 0736-77-3888

Email: tksuzuki@waka.kindai.ac.jp