The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Wolffia arrhizaを用いた資源生産型植生浄化システムの構築に向けたバイオマス生産ポテンシャルの検討
Author(s)	髙井, 雄一郎
Citation	大阪大学, 2017, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/67155
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　髙井　雄一郎　）	
論文題名	*Wolffia arrhiza*を用いた資源生産型植生浄化システムの構築に向けたバイオマス生産ポテンシャルの検討

論文内容の要旨

本論文は、*W. arrhiza*を用いた植生浄化法として水質浄化とバイオマス生産を両立したco-benefitシステムの構築を目的として、（１）効率よく*W. arrhiza*の葉状体からデンプン含量の高い休眠芽を形成させるための条件検討、（２）本システムの水質浄化とバイオマス生産を表現するモデル構築、および（３）エタノール生産基質としての*W. arrhiza*バイオマスのポテンシャル評価に関する研究成果をまとめたものであり、緒論、計3章の本論、および総括並びに結論で構成されている。

緒論では、研究の背景および目的と、論文の概略を述べている。

第1章では、休眠芽の形成に及ぼす各種環境要因の影響を検討し、栽培槽中の窒素濃度またはリン濃度の低下が休眠芽の形成を誘導することを明らかにした。ここで、栄養塩濃度、光条件および温度といった各種環境要因の影響の検討における葉状体の比増殖速度と休眠芽の比形成速度の関係をまとめた結果より、葉状体の比増殖速度が1.2×10^{-1} d^{-1}以下の条件で、休眠芽の形成が誘導されることが示されたことから、この閾値を制御因子として、例えば、栽培槽中の窒素濃度を制御することで休眠芽の形成を人為的に誘導できる可能性を示した。

第2章では、*W. arrhiza*を用いた植生浄化システムに休眠芽形成の制御因子として葉状体の比増殖速度を適用し、水質浄化や葉状体および休眠芽のバイオマスの動態を表現する数学モデルを構築した。構築したモデルを用いたシミュレーションにより、葉状体を中心に収穫した場合のタンパク質の年間生産能力や休眠芽を中心に収穫した場合のデンプンの年間生産能力を求めた結果、*W. arrhiza*はトウモロコシ等の既存の資源系作物と同等以上のバイオマス生産性を有することが確認された。

第3章では、植生浄化システムに用いた*W. arrhiza*の葉状体および休眠芽について、エタノール生産の基質としてのポテンシャルを評価した。セルロースを糖質の主成分とする葉状体のバイオマスを基質とした場合でも、糖化酵素としてセルラーゼを用いることで、ホテイアオイやボタンウキクサと同等のエタノール収率を得ることができた。また、デンプン含量の高い休眠芽を基質とした場合では、セルラーゼよりも経済性に優れるアミラーゼを用いても、ホテイアオイやボタンウキクサの1.5倍、オオウキクサと同等の収率が得られることが示され、特に休眠芽はエタノール生産の基質として高いポテンシャルを有することが実証できた。

総括並びに結論では、これらの知見をもとに、*W. arrhiza*を用いた植生浄化法として、水質浄化とバイオマス生産を両立したco-benefitシステムの展望について述べた。

様式 7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　髙井　雄一郎　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教授	池　道彦
	副 査	教授	近藤　明
	副 査	准教授	井上　大介

論文審査の結果の要旨

本論文は、微小な浮遊水生植物であるミジンコウキクサ *Wolffia arrhiza* を用いて、効率的な水質浄化と高付加価値バイオマス生産を両立させる co-benefit 型植生浄化システムを構築することを目標として、それに寄与する課題について検討した一連の研究成果について取りまとめたものである。具体的な課題として、植生浄化システムでの *W. arrhiza* の栽培において葉状体からデンプン含量の高い休眠芽を形成させる条件の検討、本システムにおいて水質浄化とバイオマス生産を表現するモデル構築とシミュレーションによるバイオマス生産性の評価、および、エタノール生産基質としての *W. arrhiza* バイオマスのポテンシャル評価取り組んでおり、緒論、計３章からなる本論、および総括並びに結論で構成されている。

緒論では、研究の背景および目的と、論文の概略を述べたうえで、先にあげた本研究での具体的検討課題を明示している。

第１章では、*W. arrhiza* の休眠芽の形成に及ぼす栄養塩濃度、光条件、温度等の各種環境要因の影響を検討し、特に、栽培槽中の窒素濃度またはリン濃度の低下が休眠芽の形成を誘導する重要な要因であることを明らかにしている。ここで、各種環境要因の影響の検討において得られた葉状体の比増殖速度と休眠芽の比形成速度の関係から、葉状体の比増殖速度が 1.2×10^{-1} d^{-1} 以下の条件で休眠芽の形成が誘導されることを見出し、栄養塩濃度等で比増殖速度制御することで休眠芽の形成を人為的に誘導できる可能性を示唆している。

第２章では、第１章で得られた知見に基づいて、*W. arrhiza* を用いた植生浄化システムにおける水質浄化機能、および葉状体・休眠芽のバイオマス生産の動態を表現する数学モデルを構築している。また、構築したモデルを用いたシミュレーションにより、*W. arrhiza* バイオマスを主に葉状体として収穫する場合のタンパク質の年間生産能力、および主に休眠芽として収穫する場合のデンプンの年間生産能力を求め、*W. arrhiza* は大豆同等のタンパク質生産性、トウモロコシ等の既存の資源系作物と同等以上のデンプン生産性を有することを推算している。

第３章では、植生浄化システムから収穫される *W. arrhiza* の葉状体および休眠芽バイオマスのエタノール生産基質としてのポテンシャルを実験的に評価している。セルロースを糖質の主成分とする葉状体を基質とした場合にも、糖化酵素としてセルラーゼを用いることで、ホテイアオイやボタンウキクサと同等のエタノール生産が行えることを明らかにしている。また、デンプン含量の高い休眠芽を基質とした場合には、経済性に優れるアミラーゼを用いても、ホテイアオイやボタンウキクサの 1.5 倍の収率を得られることを明らかにし、*W. arrhiza* のバイオマス、特に休眠芽はエタノール生産の基質として高いポテンシャルを有することを明示している。

総括並びに結論では、これらの知見をもとに、*W. arrhiza* を用いることで水質浄化とバイオマス生産を両立した co-benefit 型植生浄化システムできる可能性が十分にあるものと結論するとともに、今後の展望と残された研究開発課題について述べている。

以上のように、本論文は、環境工学、特に環境適合型水環境保全・資源循環技術の開発に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。