

日本気候下における一つの循環型食糧生産方法としてのアクアポニックスシステム

中央大学大学院 ○学生会員 三崎貴弘 中央大学 正会員 平野廣和

1. はじめに

閉鎖循環型食糧生産システムの一つの例として、アクアポニックスシステムが挙げられる。このシステムの特徴は、人工的に閉鎖循環の空間を創設することにより、植物の生育の難しい不毛地において周辺環境に負荷をかけないことを目的¹⁾としている。このシステムでは、養殖魚が排出する糞などを基とする窒素やリン成分と植物が吸収する成分の均衡が保てることにより、一つの循環型社会を形成することが可能である。2004 年に行われた実験^{2),3)}において、システムの中に高濃度硝酸の蓄積と雨水の浸入に伴うpH値の急激な低下という本来の食料生産を行う目的から逸脱してしまう可能性がある結果を得た。本報では、2004年に得られた結果を改善することを目的として、新たに小型実験装置を製作し、八王子市の中央大学・多摩キャンパス内の屋外に設置して、2005年4月より8月にかけて計測を行ったので、これに関して報告する。

2. アクアポニックス実験

2004年と2005年4月に新たに設置した好気性細菌と嫌気性細菌を繁殖させる専用のろ過場を付けた2つの実験装置の概念図を図-1に、実際の装置を写真-1に示す。なお、この2つの設備は、2004年に得られたシステムの高濃度硝酸値を緩和することを目的として、従来²⁾の水耕栽培所の面積を2倍とした。

本実験に使用した実験設備は、2004年の実験設備（以下、好気性-1とする）、好気性細菌を用い水耕栽培所の面積が2004年の設備に比べて2倍の設備（以下、好気性-2とする）と好気性と嫌気性細菌を用い好気性-2と同じ水耕栽培所面積の設備（以下、嫌気性とする）の3つである。好気性-1と好気性-2において水耕栽培所の面積の差による硝酸濃度の減少度合いを比べ、好気性-2と嫌気性により嫌気性細菌の脱窒反応による硝酸濃度の減少度合いを比べ評価することを実験の目的とした。

養殖魚は黒メダカを100匹ずつそれぞれの実験設備の水槽に入れた。黒メダカが死んだ場合は、死んだ黒メダカを取り除いて、代わりに近いサイズの予備の黒メダカを水槽に入れ、絶えず各水槽の黒メダカの数100匹となるようにした。栽培植物は、明日葉、ミニトマト、ミニキュウリ、ナス、トウガラシとマリーゴールドである。日中の気温が30を超える日は、実験設備の周りに水を撒くことにより、気

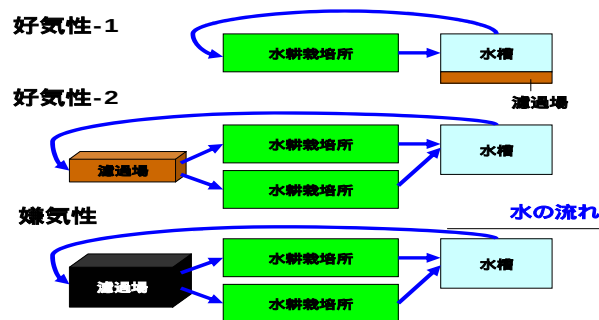


図-1 2005年に実験に使用した装置の概念図



写真-1 アクアポニックスシステム(2005年6月)

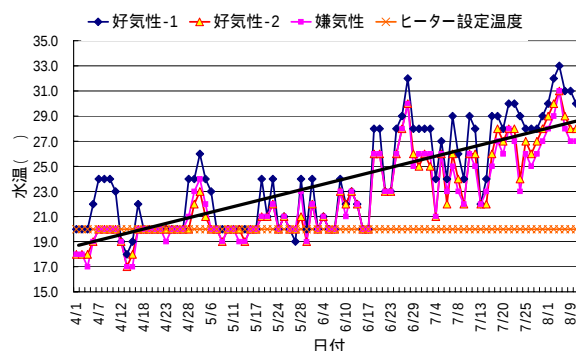


図-2 各実験装置の水温の変化

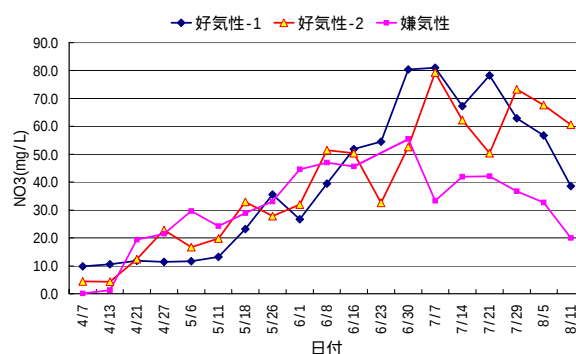


図-3 硝酸の推移

化熱で実験設備周辺の気温を下げることを試みた。そして、夜間の水温を一定に保つために、アクアポニックスシステム

Key Word：水循環，食料生産，アクアポニックス

〒192-0393 東京都八王子市東中野 742-1 中央大学大学院総合政策研究科 TEL:0426-74-4170 FAX:0426-74-4118

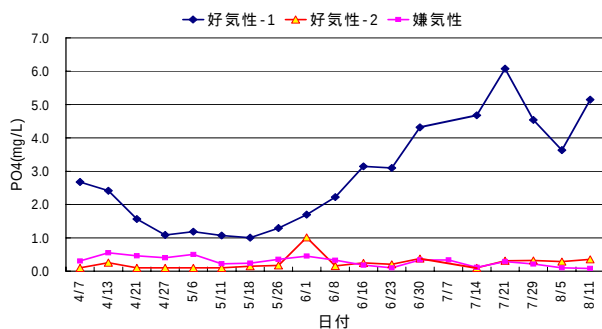


図-4 燐酸の推移

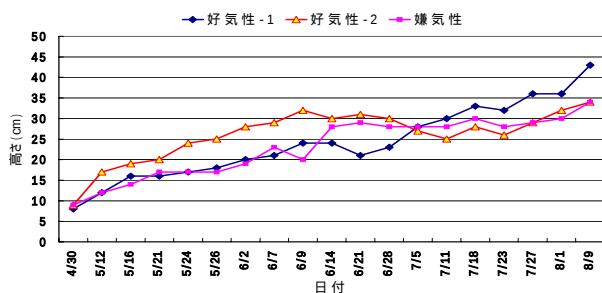


図-5 ミニトマトの生育

に電気ヒーターを入れて、水温を 20 の一定に保ち、水耕栽培所をビニールシートで覆って温室にして、熱を逃がさないように試みた。合わせて水耕栽培所を温室状にしたことにより、現在まで雨水進入による影響は確認されていない。2005 年の水質計測には、(株)共立理化学研究所製の A-8800M という水質分析計を使用した。

3. 計測結果と考察

実験の計測期間は 2005 年 4 月 7 日から 8 月 11 日の 19 週間であり、このデータから考察を行う。この期間のデータは、各実験装置の水温の変化を図 2 に、硝酸の推移を図 3 に、燐酸の推移を図 4 に、本実験で植えたミニトマトの生育を図 5 にそれぞれ示す。

図 2 より、4 月上旬には最低気温が 5 以下であったために、水耕栽培所の面積と水量の差より、好気性-1 と比べて好気性-2 と嫌気性-2 の水温は 3 前後低い値を示している。4 月中旬以降より、各実験設備の水温の差とその変化より、3 つの実験設備の置かれた状況には大きな差は見受けられない。

図 3 より、好気性-1 の硝酸濃度は、4 月上旬には 10mg/L と他の 2 つの比べて高い値を指し示している。好気性-1 の実験設備は 2004 年 4 月から実験を行い、同年 12 月に実験を中止し、2005 年 3 月に装置を清掃し 2005 年の実験に備えていたが、洗浄が充分には行われなかったことが要因と考えられる。その後、硝酸濃度は 5 月 11 日より上昇を続けて 6 月下旬から 7 月上旬にかけて最高 80mg/L という値を記録しているが、7 月 14 日から下降を始めて 8 月 11 日には 38.5mg/L まで

値は低下している。他の実験設備と比べて硝酸値の下降の具合が大きくなっているが、これは図 5 が示すように 7 月に入りミニトマトが他の実験装置の植物と比べてよく生育したからである。好気性-2 は、硝酸濃度は 4 月中旬より上昇を始めている。そして、硝酸濃度は 7 月 29 日には 73.3mg/L という値を記録し、3 つの実験装置の中で最も高くなっている。好気性-2 は同-1 と比べて、水耕栽培所の面積は 2 倍あり、面積の効果を十分に示していないように思われるが、これは水耕栽培所の植物の生育が好気性-1 と比べて充分ではなかったためである。嫌気性は 4 月中旬より好気性-2 と同様に上昇を始めて、6 月 30 日に 55.5mg/L と観察期間中最高の値を記録した。嫌気性は好気性-2 と比べて、6 月 8 日より硝酸値が低い状態を保っている。図 5 より、6 月 14 日より好気性-2 と嫌気性のミニトマトの生育には大きな違いがない。これは、好気性-2 と嫌気性の実験装置における唯一の相違点である嫌気性細菌による脱窒作用を活用するかしないかということが起因していると考えられる。

図 4 より、好気性-1 の燐酸濃度は、4 月上旬には 2.7mg/L と他の 2 つの比べて高い値を指し示しているが、これは図 3 の要因と同じであると考えられる。好気性-2 と嫌気性の燐酸値は 0.1~0.6mg/L という値を実験観察期間中に指し示しているが、好気性-1 は 6 月中旬より 3mg/L より高い値を記録し、7 月 21 日に最高 6.1mg/L という値を指し示し、8 月も 3~6mg/L という高い状態が続いている。これは、好気性-1 の実験装置と好気性-2 と嫌気性の実験装置の大きな違いである水耕栽培所の面積の差が現れたものであると考えられる。

4. おわりに

本報では水耕栽培所面積の違いや嫌気性細菌による脱窒作用を活用とした実験設備で実験を行った。硝酸濃度において十分に水耕栽培所の面積による硝酸除去率の違いを確認することは出来たとは言えないが、燐酸濃度においては面積差による除去を確認することが出来た。また、嫌気性細菌による脱窒作用を活用することは硝酸除去を行う上で有効であると言える。閉鎖循環型養殖を行う上で、硝酸除去を行うことは重要であり、今後嫌気性細菌を活用したアクアポニックスシステムにおいて、最適な養殖魚数と水耕栽培所面積の関係について検討していく必要がある。

<参考文献>

- 1) Jame E. Rakocy: Recirculating Aquaculture Systems, 2nd Edition, pp631-pp672, 2002
- 2) 三崎貴弘他：食糧生産を前提とした小型実験設備を用いた循環型社会への一つの試み 土木学会全国大会第 60 回 技術研究発表会，-160 2005
- 3) 三崎貴弘，平野廣和：循環型社会構築のためのアクアポニックスシステム検証実験，環境システム研究論文，Vol.33, pp289-296, 2005.