

水棲生物実験装置 Aquatic Habitat (AQH)

<はじめに>

宇宙環境を利用し、重力と生物の関係や宇宙放射線の影響についての研究が進められている。日本は水棲生物を用いた宇宙実験装置の開発で世界をリードしており、現在、小型魚類と両生類を対象に、スペースシャトルから国際宇宙ステーションまで搭載可能な水棲生物実験装置の開発を目指した技術検討を行っている。本装置は、昨今のゲノム研究の進展に伴い、宇宙環境に対する感受性の高い遺伝子と、その働きを担う蛋白質ネットワークを解明することを目的としている。

<宇宙環境利用研究における水棲生物の有用性>

- ◆ 高等動物との相同性を持ち、脊椎動物としての実験モデルとなりうる。
- ◆ 初期発生が体外で進行、また魚類では初期胚から稚魚までが透明であり観察性に優れる。
- ◆ メダカ、ゼブラフィッシュ、アフリカツメガエルではゲノム解析やcDNAプロジェクトが進んでおり、分子遺伝学的解析が可能である。
- ◆ メダカでの宇宙実験結果より、小型魚類は哺乳動物では困難な宇宙での継代飼育の実現可能性が高い。

<本装置のモデル水棲生物>

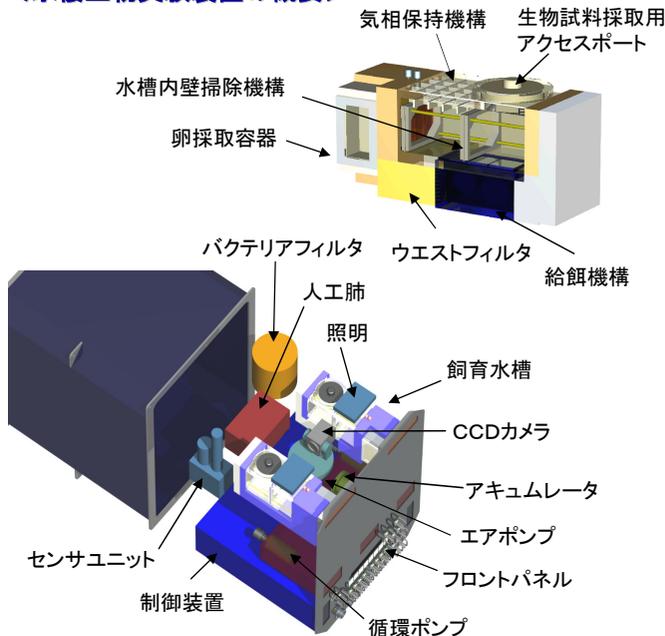
本装置は、メダカ、ゼブラフィッシュなどの小型魚類を対象として検討を進めている。3世代継代飼育により、宇宙環境が生物に及ぼす長期的な影響、世代を越えた影響を総合的に解析することを目標とする。両性類では、これまでにアフリカツメガエルの変態期までの飼育を検討した。今後は提案テーマに対して個別に実現性検討を行う予定。



<装置基本仕様>

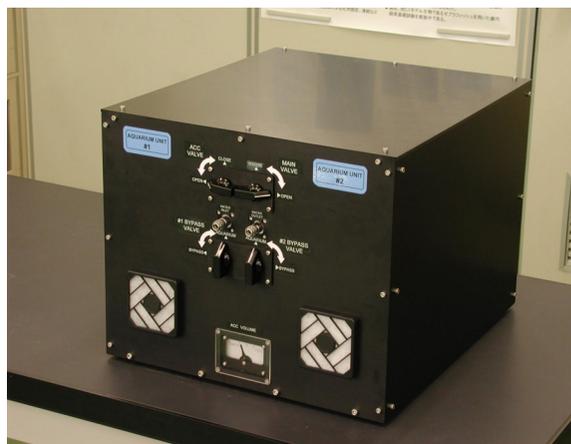
- 実験期間** 最大90日間
- 飼育循環系** 1飼育循環系・2飼育水槽／装置
- 装置総保水量** 3~4L／装置
- 飼育水槽** 内寸法: 15cm (W) × 7cm (D) × 7cm (H)
内容積: 飼育水 600ml + 気相 100ml
気液界面: 気相保持機構により水槽上部に固定
- 飼育環境制御** 飼育水温度: 20~30℃、±0.5℃
飼育水流量: 0~0.5L/min、±0.05L/min
O₂供給CO₂除去: 人工肺によるガス交換
水質維持: 硝化菌によるアンモニア・亜硝酸処理
飼育水交換: 硝酸蓄積時の飼育水交換可能
老廃物除去: 濾布による捕捉・活性炭による吸着
- 昼夜照明** 白色LED (400~700nm)、max.1500Lux@水槽底部
任意の昼夜サイクル設定可能
- 自動給餌** 粉餌を封入した給餌カセットによる幼生から成体までの自動給餌、max.50mg × 300回／給餌カセット、
生物種・成長にあわせて給餌量のプログラム可能
- 生物の採取** 水槽部アクセスポートから水槽内生物の採取可能、
採取生物は付属器具により化学固定・凍結などが可能
- 画像モニタ** 装置内蔵CCDカメラによる観察、赤外光 (850nm) による暗視観察、顕微鏡カメラによる胚発生観察 (装置外部)
- データモニタ** 飼育水温度、流量、圧力、溶存酸素濃度、pH
- コマンド** 飼育水温度、流量、照明強度、昼夜サイクル、給餌時間、
装置内蔵CCDカメラ操作

<水棲生物実験装置の概要>



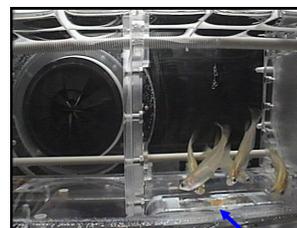
<飼育系 要素試作モデル>

宇宙用装置の搭載条件を考慮した飼育系の試作モデル
外観



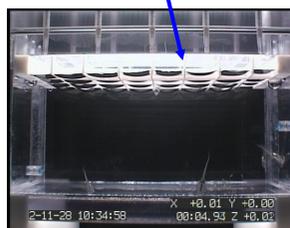
自動給餌機構

水槽床面で、粉餌が封入された給餌テープが1回分づつ自動で開封される。
(右はメダカ成魚による摂食状況)



給餌部

気相保持部



気相保持機構

保持機構により、微小重力環境下においても気相は水槽上部に安定して保持される。
(左はパラボリックフライトによる微小重力環境下での気相保持状況)

試作システムによる飼育試験

宇宙用装置を想定した小型密閉水槽2式をもつ閉鎖循環型飼育システムを試作した。本システムを用い、メダカとゼブラフィッシュの継代飼育基礎試験として、「成魚の産卵試験」と「稚魚の飼育試験」を実施した。

<試作飼育システム>

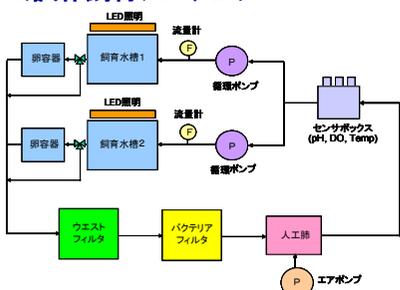


図-1 試作飼育システム 系統図

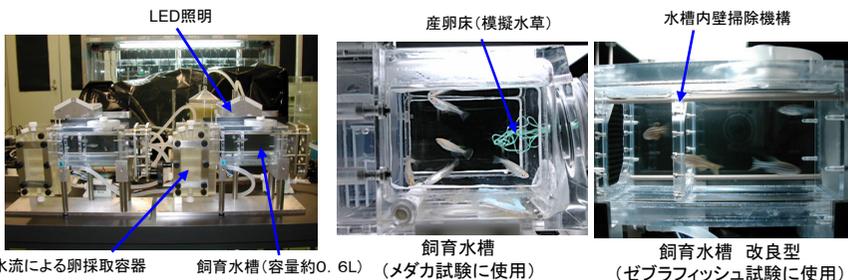


図-2 試作飼育システム 外観

<メダカの継代飼育 基礎試験>

試験条件

生物数: 雌3匹雄3匹/水槽(成魚飼育時)
 孵化後の稚魚10匹/水槽(稚魚飼育時)
 飼育水総保水量: 4.4L
 飼育水水温: $26 \pm 1^\circ\text{C}$
 飼育水流量: 0.3L/min(成魚飼育時)
 0.1L/min(稚魚飼育時)
 水質維持: 硝化菌によるアンモニア、亜硝酸処理
 照明: 1000Lux、14Hr明/10Hr暗
 給餌: 2回/日(成魚飼育時)、3回/日(稚魚飼育時)

試験結果

- 成魚は2週間の試験期間中毎日産卵を行い、水槽内での生殖行動に問題ないことが確認できた。
- 稚魚は生存率100%で成長し、試験開始45日目に最初の産卵が行われた。本システムでの稚魚飼育に問題はなく、順調に成長することが確認できた。
- 硝化菌による水質維持は、成魚、稚魚飼育を通して順調に行われ、飼育水中のアンモニア、亜硝酸濃度ともに 0.1mg-N/L 以下で維持できた。

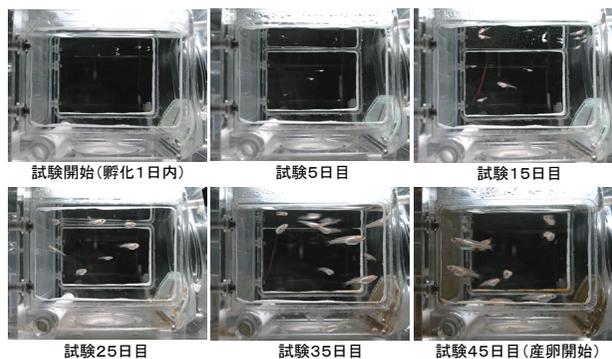


図-3 メダカ稚魚 孵化後から産卵開始までの成長状況

<ゼブラフィッシュの継代飼育 基礎試験>

試験条件

生物数: 雌2匹雄2匹/水槽(成魚飼育時)
 孵化後の稚魚20匹→6匹/水槽(稚魚飼育時)
 飼育水総保水量: 4.3L
 飼育水水温: $27 \pm 1^\circ\text{C}$
 飼育水流量: 0.25L/min(成魚飼育時)
 0.1L/min(稚魚飼育時)
 水質維持: 硝化菌によるアンモニア、亜硝酸処理
 照明: 500Lux、14Hr明/10Hr暗
 給餌: 2回/日(成魚飼育時)、3回/日(稚魚飼育時)

試験結果

- 成魚は2週間の試験期間中ほぼ毎日産卵を行い、水槽内での生殖行動に問題ないことが確認できた。
- 稚魚は生存率100%で成長し、試験開始46日目に最初の産卵が行われた。本システムでの稚魚飼育に問題はなく、順調に成長することが確認できた。
- 硝化菌による水質維持は、成魚、稚魚飼育を通して順調に行われ、飼育水中のアンモニア、亜硝酸濃度ともに 0.1mg-N/L 以下で維持できた。

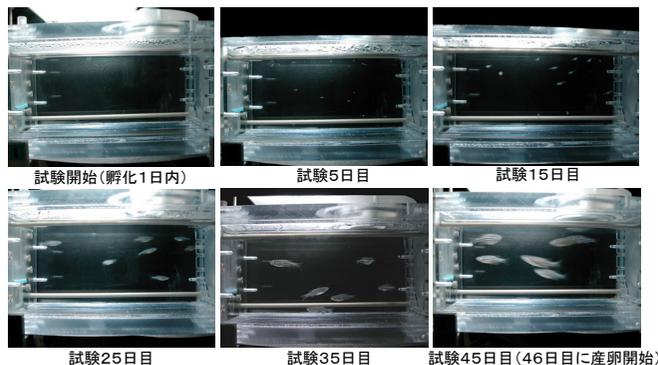


図-5 ゼブラフィッシュ稚魚 孵化後から産卵開始までの成長状況

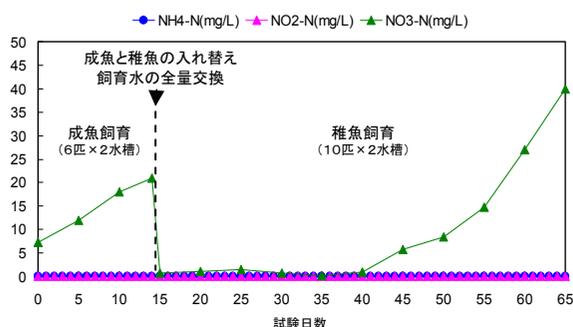


図-4 メダカ成魚、稚魚飼育時の水質変動

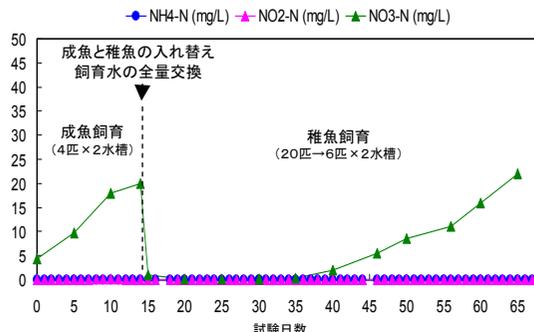


図-6 ゼブラフィッシュ成魚、稚魚飼育時の水質変動