

氏 名	やまもと よし まさ 山 本 芳 正
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学位記番号	農 博 第 1561 号
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	農学研究科応用生物科学専攻
学位論文題目	Biological and ecophysiological factors affecting the dominance of cyanobacterium <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> in a small pond (ラン藻 <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> の優占に影響を及ぼす生物学的および生理生態学的要因)
論文調査委員	(主 査) 教授 中原 紘之 教授 左子 芳彦 教授 藤原 建紀

### 論 文 内 容 の 要 旨

ラン藻類の著しい増殖による水の華の形成は、湖沼の富栄養化に伴う現象として古くからよく知られているが、今日においても依然として大きな問題となっている。水の華の形成や崩壊の機構に関する研究はこれまでに世界各国でなされてきており、水の華形成ラン藻に関する生理生態学的知見は膨大な数に上っている。しかし、一般湖沼ではラン藻の増殖を考察する上で考慮すべき要因が多岐にわたるため、水の華の発生や崩壊を予測することは総じて難しい。そのため、水域全体で物理・化学的環境に均質性が高い小規模な水域で、形成種の出現から水の華の崩壊に至るまでの環境要因の変化を詳細に測定することにより、水の華の発生や崩壊の機構を解明し、発生予測をおこなう上での重要な知見を得ることができると考えられる。京都大学構内にある人工池では、毎年初夏から晩秋にかけてラン藻 *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii* Elenk. による水の華が形成されている。本論文では2002年以降4年間に渡り、人工池における *A. flos-aquae* の発生から水の華の崩壊に至る過程での水質、物理環境、群集の変化を追跡し、現場から単離した培養株を用いた室内実験と合わせて本種の生理生態学的性質、他の植物プランクトンとの競合の重要性を明らかにしている。その主な内容は次の通りである。

第1章では、国内における主要水の華形成ラン藻の分布について概括し、*A. flos-aquae* var. *klebahnii* による水の華の報告例の少ないことを記した。さらに、小さな人工池の研究フィールドとしての長所を列挙し、当池における研究の学術的意義を示した。

第2章では、2002年5月から2003年4月まで現場調査を示し、*A. flos-aquae* の水の華が11月に急速に崩壊したことの要因を検討している。培養実験で水温、pH、光強度および明暗周期と *A. flos-aquae* の比増殖速度の関係を調べた結果、本種は11°C以下およびpH7.1以下では増殖が著しく制限され、また短日条件下でも増殖が抑制されることを示した。調査池での水の華の崩壊前後の水温が、培養実験で確認された *A. flos-aquae* の増殖の閾値に極めて近かったことから、本種の増殖を強く規定する水温とpHの変動に基づいて、本種の池における動態を予測できる可能性を示唆した。

第3章では、2002年5月から2004年12月までの観測結果を総合し、現場における *A. flos-aquae* の出現および水の華の崩壊時期が、水温とpHの変動に基づいて予測・説明することがほぼ可能であることを示した。ただし2004年の初夏は *A. flos-aquae* は水温変動から予測された時期よりも遅れて出現した。この時、緑藻 *Ankistrodesmus falcatus* が優占しており、多段階の水温条件で2種混合培養した結果、水温により優位となる種が異なり、現場における *A. flos-aquae* の出現の遅れは、出現初期の水温で競争に優位な *A. falcatus* による抑制の結果であると考えられた。

第4章では、2003年2, 4, 6, 9, 11月に藻類の鉛直分布の日周変化を調べた結果を示している。*A. flos-aquae* は6月には底層に多く、9月には深度に関らず均一に分布し、11月には表層に多く分布する傾向を明らかにした。他の出現種を含めて、藻類の鉛直分布変化が水塊の成層の有無に強く支配されていることを示した。

第5章では、*A. flos-aquae* の活性状態の指標としてアキネートとヘテロシストに着目し、2005年に現場調査をおこなった。アキネートは主に出現初期と水の華の崩壊前後に少数確認され、ヘテロシスト数は出現期間を通して大きな変動を示し

た。さらにこれらの形成と環境要因の関係を培養実験で調べた結果、アキネートは一般に増殖に適さない条件で形成される傾向があり、ヘテロシスト数は外部環境に影響されにくい、高アンモニア態窒素あるいは低リン酸態リン濃度条件下では形成が抑制された。

第6章では総合考察で、現場調査から培養実験にいたる研究で得た知見を整理し、池における *A. flos-aquae* の生活史を推測した。

### 論文審査の結果の要旨

近年、水の華は湖沼の富栄養化の進行により、発生件数の増大、有毒ラン藻水の華による人間や家畜の被害により、淡水の利用に大きな障害を与えている。水の華が常習化している水域ではその発生予測と、それに基づいた対策に関心がもたれている。しかし、これまでに水の華の形成や崩壊について調べた野外調査では、それらの引き金となる個々の要因については比較的よく調べられているが、発生を予測するまでには至っていない。本論文では、小規模な人工池で毎年発生するラン藻 *Aphanizomenon flos-aquae* による水の華の消長を詳細に調べ、その結果本種の増殖が少数の環境要因に強く支配されていることを明らかにした。さらにこれらの要因の変動に基づいて本種の出現と水の華が崩壊する時期を予測できることを示した。評価される主な点は以下の通りである。

1) 調査池の詳細な環境条件の測定と、そこから単離した *A. flos-aquae* の培養株を用いた実験により、水温と pH に関する本種の増殖の閾値の範囲を特定し、その結果から池における本種の出現および水の華の崩壊時期を予測あるいは説明できることを示した。

2) 初夏に緑藻 *Ankistrodesmus falcatus* が優占していた場合は、*A. flos-aquae* の初出現時期が水温変動から予測された時期よりも遅れたことを観察した。2種培養実験の結果、競争的優位は水温に依存し、*A. flos-aquae* が *A. falcatus* より優位になるには、増殖の閾値よりもやや高温条件が必要であることを示し、出現の遅れは、2種間の競合の結果であることを明らかにした。

3) 詳細な昼夜観測により、池で出現した藻類の鉛直分布の季節変動が成層の有無に依存することを示した。*A. flos-aquae* は出現初期には底層に多く、水の華崩壊前後は表層に多く分布することを明らかにした。

4) *A. flos-aquae* のアキネートおよびヘテロシストの形成は外部環境の影響を受けて変化し、これらが本種の生理活性状態を考察する指標となり得ることを示した。また、本種は池においてはアキネートの状態で越冬し、初夏にアキネートの発芽により出現した糸状体の増殖により水の華が形成されることを示唆した。この結果を基に本種の池での生活史、越冬、発芽、増殖、衰退の過程を推測した。

以上のように本論文は、詳細な野外観察と培養実験により *A. flos-aquae* の生活史を明らかにし、本種の生理生態的特性と他種との競合に基づいて水の華の形成機構を明らかにしたもので、微生物生態学ならびに藻類学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成18年2月16日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。