HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	亜寒帯汽水湖（風蓮湖）における微細藻類バイオマスの空間変動 : 植物プランクトン，底生微細藻類，付着藻類の同時定量に基づいた多面的評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	辻，泰世
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12672号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65297
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yasuyo_Tsuji_abstract.pdf，論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名　辻　泰 世

学 位 論 文 題 名

亜寒帯汽水湖（風蓮湖）における微細藻類バイオマスの空間変動：
植物プランクトン，底生微細藻類，付着藻類の同時定量に基づいた多面的評価
（Spatial changes in microalgal biomass in a subarctic estuary (Lake Furen): multidimensional evaluation based on concurrent quantification of phytoplankton, microphytobenthos, and epiphytes）

汽水域は外洋域と比べ高い生物生産性を有し，漁業・養殖業の場として今日まで広く利用されてきた．汽水域の持続的利用・保全には，その高い生物生産性を支える基礎生産者：微細藻類に関する理解を進めることが不可欠である．実際に，汽水域の微細藻類群集に関する研究は世界各地で進められてきた．過去の研究の多くは植物プランクトンを汽水域の生物生産を支える主体として捉え，塩分や窒素・リン等の化学成分の時空間変動が系内の植物プランクトンバイオマス・種組成・基礎生産に与える影響について評価を進めてきた．

近年，汽水域の生物生産は水中の植物プランクトンに加え堆積物表層に生息する底生微細藻類や海草に付着する付着藻類によっても支えられていることが明らかとされてきた．水深が浅く海底まで光が供給される汽水域では，底生微細藻類・付着藻類の基礎生産が植物プランクトンに匹敵するとともに，底生微細藻類・付着藻類は付着基質から剥離して水中に再懸濁し，植物プランクトンと共に水中に出現する．底生微細藻類・付着藻類は汽水域の堆積物食者や濾過食者をはじめとする高次生産者の重要な餌資源として機能し，植物プランクトンと共に汽水域の複雑かつ多様な生物生産構造を支えている．しかしながら，これら全ての微細藻類を対象とし，汽水域の微細藻類バイオマスについて包括的かつ多面的に評価した知見は極めて乏しい．

そこで本研究では，北海道東部の汽水湖：風蓮湖を対象として植物プランクトン・底生微細藻類・アマモ付着藻類バイオマスの同時定量調査を行い，解析を加えることにより汽水域における微細藻類バイオマスの空間変動について多面的に評価することを目的とした．汽水域では物理化学環境に加え食物網構造もまた空間的に異なることが知られている．したがって，本研究では汽水域における環境・食物網の空間変化を踏まえ，微細藻類が生物生産を支える量的役割について空間的に評価することとした．

まず，風蓮湖における水質の空間変化について評価した．風蓮湖では，下げ潮時に表層に低塩分水が張り出し，表層塩分が河口から湖口にかけて<5～30<と大きな空間変動を示した．このとき，湖口部を中心として底層には高塩分水が広がり，弱混合型分布が観測された．一方，上げ潮時には湖内を通して外海水の影響が強まり，強混合型分布が形成された．湖全域を通して底層には表層光量の1%以上が到達し，全層が有光層であった．水中の溶存無機態窒素（DIN）は表層塩分の増加に伴って大きく空間低下した．溶存無機態リン（PO_4-P）

は空間的に比較的安定であった．N/P比は表層塩分の空間増加に伴って低下するとともに表層塩分20 <においてレッドフィールド比を下回り，栄養塩環境の空間遷移（リン制限から窒素制限）を示した．DINとPO_4-Pは表層塩分20 <において植物プランクトンの半飽和定数を下回ったことから，窒素制限下にある高塩分水においてDINが実際に枯渇していることが確認された．水中のクロロフィル*a*は表層塩分 5～20において空間的に高まる傾向を示した．風蓮湖における栄養塩の空間変化が，水中の植物プランクトンバイオマスの空間変化を引き起こしたものと考えられた．

続いて，風蓮湖水中における微細藻類種組成の空間分布を明らかにした．微細藻類全細胞数は表層塩分 0～20において空間増加した．“水中に出現した底生微細藻類＋アマモ付着藻類”（“懸濁態底生微細藻類”）は塩分・水深の空間増加に伴って減少した．水柱では懸濁態底生微細藻類が表層水から底層水にかけて鉛直増加し，底層水では全細胞数の20%を占めた．このことは，これら微細藻類が海底に由来し，再懸濁によって供給されたものであることを示していた．全細胞数の空間変化は主に植物プランクトンによって構成されていたものの，植物プランクトン優占種はそれぞれ異なる表層塩分域に出現する傾向であった．一方，懸濁態底生微細藻類は表層塩分 0～20の底層水を中心として広く分布し，植物プランクトンとは異なる空間分布を示した．風蓮湖水中の微細藻類群集は植物プランクトンと懸濁態底生微細藻類によって構成されていることが明らかとなり，両者はそれぞれ特有の空間分布によって特徴づけられた．

風蓮湖のアマモならびにアマモ付着藻類の空間分布についても定量的に評価した．アマモ株数，地上部・地下部バイオマス，ならびに葉齢（葉長）はいずれも低塩分域から高塩分域にかけて空間増加した．このとき，アマモ地上部に占める付着藻類の相対重量比が葉齢とともに空間的に高まることが見いだされた．アマモ付着藻類バイオマスは塩分の増加に伴って大きく空間増加し，高塩分域では地上部バイオマスの最大24%に及んだ．アマモならびにアマモ付着藻類が，湖内の光条件や塩分に影響を受け，低塩分域から高塩分域にかけてダイナミックに空間分布することを定量的に明らかにすることができた．

最後に，水柱，表層堆積物，アマモ葉上の微細藻類バイオマスを同時定量し，風蓮湖における微細藻類バイオマスの空間分布について多面的評価を試みた．堆積物表層・アマモ葉上の微細藻類積算細胞数はいずれも水柱の積算値に匹敵した．このとき，堆積物表層の積算細胞数が空間的に安定であったのに対し，水柱・アマモ葉上の積算細胞数はそれぞれ水質やアマモ地上部バイオマスの空間変化に伴って表層塩分 0～15ならびに25～35においてピークに及んだ．加えて，堆積物表層・アマモ葉上では植物プランクトンと比べ大型の底生微細藻類・付着藻類が優占した．このため，堆積物表層・アマモ葉上の微細藻類積算バイオマスは水柱の積算値を明瞭に上回った．水柱・堆積物表層の微細藻類積算バイオマスは塩分 0～20を中心に分布した一方，アマモ葉上の微細藻類積算バイオマスは塩分25～35において空間増加した．更に全塩分域を通して，懸濁態底生微細藻類が水柱の微細藻類積算バイオマスのうち約20%（最大50%）に寄与していたことが明らかとなった．

本研究を通して，汽水域における微細藻類バイオマスの空間分布を包括的かつ多面的に明らかにすることができた．水深が浅く物理化学環境が大きく空間変化する汽水域において，底生微細藻類・アマモ付着藻類バイオマスが植物プランクトンバイオマスに匹敵することに加え，各微細藻類群集がそれぞれ異なった空間分布特性を有することを定量的に突き止めることができた．汽水域全域において，底生微細藻類・アマモ付着藻類が再懸濁し，水柱の微細藻類バイオマスを支えていることも新たに見いだされた．本研究は，これまで多くの部分で不明であった，汽水域の複雑かつ多様な生物生産構造の理解に大きく寄与するものである．