東海地方の養鰻池に於ける水色、透明度等の季節的 変化と粒子組成より見た植物性プランクトン

中 村 中 六
(東京大学農学部附属水産実験所)

On the Seasonal Variation of Chlor Content, Transparency and Water-color
of Water of the Eel-culture Ponds in Tokai District, in Relation
to the Particle Size of Phytoplankton.

Nakaroku NAKAMURA

The thriving of phytoplankton is believed as one of the most important factors concerning directly to the daily appetite and respiration of fishes in the eel-culture ponds.

The author had devised a new method to denote the degree of phytoplankton thriving by the measurements of the transparency using a small china disc, and also, had cleared to specify and notate the water-color numerically by the Munsell Color System. Using these new methods, I have studied on the seasonal variation of phytoplankton thriving and its particle size in many eel-culture ponds.

The results so far are as follows:

(1) Chlor content, transparency and water-color of pond waters in five main eel-cultural districts in Shizuoka, Aichi and Mie Prefectures are summarized on Fig. 1.

(2) Respective characteristics of plankton thriving in the ponds of these districts are compared with each other and seasonally by plotting the ratio of chlor content, transparency and hue value of water-color on the triangular co-ordinates (Fig. 2, 3).

(3) While phytoplankton of a minute particle dominates in the ponds in which chlor content of water is higher, relatively macro-sized plankton colony thrives in the fresh-water ponds and especially in the warmer season.

緒 言

集約養鰻を行つている池において、いわゆる「水の出来」と呼ばれる植物性プランクトンの繁殖は、魚の餌付きや鼻上げ等に直接に関連して甚だ重要な要素であることはよく知られた事実であるが、従来これを表現するに適当な方法がなかつた為に、各地の養鰻池の水の出来具合の比較とか、またその季節的变化等に関しては何等まとまつた知見がない状態であつた。ところが実際には地方によつて水の出来具合に夫々特長があり、しかも季節によるプランクトンの遷移に伴つて自然と水の出来具合にも変化があること、植物性プランクトンによつては非常に安定なものと、そうでないものがあるらしいこと、また近年明らかにされたところによつて輪虫による水変りが起るか否かは植物性プランクトンの粒子組成に関係すること¹⁾等幾多の問題があるのである。

筆者は数年前より白色小円盤を用いて透明度を測ることによりプランクトンの繁殖程度の大体を示すことが出来²⁾、また水色は Munsell Book of Color を用いることによつて容易に数字によつて表わすことが出来て便利であること³⁾を知つたので、これを用いて静岡、愛知、三重3県下の多数の養鰻池について水の出来具合を互に比較し、またこれの季節的变化を見て、これ等と生産量やその他色々な養殖技術との関係を調べ

て見ようという目的でこの仕事を行つて来た。今回は先ず水色、透明度等から見た水の出来具合とその内容となつているプランクトン粒子組成の面から見た季節的变化ということについて判つた点を報告したい。

実験方法及び結果

先ず 1955 年秋に 3 県の合計 500 余枚の池について塩分、透明度、水色を測定し、プランクトンを採集してその大要を察知した上で、1957 年には 3 月、5 月、8 月、10 月、12 月と 5 回に亘つて上記のうち川尻、

Fig. 1. Showing the seasonal variation of chlor content (Cl %), transparency and water-color (hue symbols in the Munsell Color System) of eel-culture ponds. (March~Dec., 1957)

●—●, chlor content; ▲—△—▲, transparency; ●—○—○, hue symbols. Districts: 1, Kawajiri; 2, Chûô; 3, Muro; 4, Izumi; 5, Mie.

出来ていない池が多かつた。これは一部の池で水草の多いことと関係があるようである。三重県も春まではやや透明度が高いが夏以後は変らない。他の 3 地方は皆似た値を示し夏に特に低くなる。最も低い値は中央地方であつた。

水色は川尻地方が概して最も高い値を示し、以下西に向うにつれて低い値を示し、これは塩分量と全く反対の傾向にある。季節的には夏に高い値を示す。

塩分、透明度、水色の夫々の季節的变化の概略は前記の通りであるが、今これ等三つの関係を三角座標にプロットして見ると各地方の特色がよく判る。(三角座標にのせるのに都合の好いように塩分量はすべてこれを 10 倍した値を用いて計算した。) ここには 3 月の例と 8 月の例を第 2 図 a, b に示すが、川尻、中央は塩分の少ない点で他の 3 地方とかけ離れ、三重地方が最も塩分多く、泉地方では最も透明度の大きい池が多いことがこれを一見してよく判る。

次にこれ等の相互関係を季節的に見て行くと、春から夏にかけて塩分のある池ではその塩分量が少なくなり、水色が高く、透明度の低くなる方向に変化し、秋より冬にかけては水色が再び下るが、その際透明度は大した変化なく塩分がやや増える。すなわち第 3 図に示すように三角座標上に弧をえがいて時計廻りに上昇し、上昇線の右側にそつて下降するというのが普通のものである。第 3 図 a にこの関係の最もよく現われている三重県の例を示し、更に各地方の池全体の平均値について季節的变化をたどると第 3 図 b のよう、泉も三重と同様で牟呂がやや異つて居り、中央、川尻は塩分は殆んどないまま変化なく、夏にかけて水色が高

中央、牟呂、泉、及び三重の 5 地方の夫々約 20~30 枚合計約 120 枚の池について測定してその季節的变化の様相を見た。先ず各地方、各季節の水について塩分量その他の変化を概観すると第 1 図のようになる。このように川尻より西に向うにつれて塩分が段々と多くなつており、特に三重県の池が高い。これ等の池では冬に高鹹で夏は給餌管理に伴つて水を多く用いるので自然低塩分になる傾向が見られる。

透明度は泉地方が特に高く、10 月に至つて漸く他の地方と似た値になるが、8 月までは全く水の

く、透明度が低くなつて、秋にまた逆にそれがもどつて行くという変化をたどる。

次に粒子の大きさから見た植物性プランクトンの組成を明らかにする為に毎回の材料を検鏡する時に、micrometerで細胞または群体を形成するものではその群体の大きさを測りその大きさについて 15μ 以下、 $15\sim 50\mu$ 、 50μ 以上の3段階に分けて取扱い、更にそれ等のプランクトンの季節的な消長を見た。この場合各プランクトンの量的な表現については多数の資料を比較的手数をかけないで、しかも概略ではあるがよく大要をつかむ意味で、筆者⁴⁾が前にも用いたプランクトン出現指数なるものを計算してそれで比較することにした。

その方法は池水約 20 cc を管瓶にとり稲葉の固定液を加えて固定して持帰つたものをよく沈澱させた後、上澄をすてて略一定量 ($0.5\sim 0.6\text{cc}$) にした上でよくまぜ、それより一定量 (約 0.1cc) をスライドにとつてカバーガラス (15mm 角) をかけ、それを約 300 倍で検鏡して、視野に現われるプランクトンの頻度に従つて r, +, c, cc, ccc の 5 段階 (1 視野毎に個体又は群体が 1~2 の割で現れるのを+とした。)

a: March, 1957.

b: August, 1957.

Fig. 2. Showing the interrelation among chlor content (Cl %), transparency and hue symbols of pond water.

●, Kawajiri; ○, Chûô; △, Muro; ×, Izumi; □, Mje.

a: Eel-culture ponds of Mie district.

b: Average values of ponds of the five districts.

Fig. 3. Showing the seasonal variation of the interrelation among chlor content, transparency and hue symbols of pond water.

●, ○, etc. in b are the same to Fig. 2.

に分けて各プランクトンについて記録し、この記録にもとずいて r を1点, + を5点, c , cc , ccc を夫々10, 20, 30点として、プランクトンの種類毎に一地方、一採集時期の池全部について合計し、その値を池の数で割つたものをそのプランクトンの出現指数とした。この値はもとよりプランクトンの量の多寡を漠然と示すに止るが、今一地方、一時期に現われている全プランクトンについてこれを合計した値とその地方、その時期の全部の池の平均透明度との関係調べて見るとほぼ双曲線の関係があり、透明度とプランクトン沈澱量との関係に似ているところから、このプランクトン出現指数なるものがプランクトンの量の多寡を大体においてよく表現しているものと見ることが出来る。

それで各地方、各時期毎に現われる全プランクトンについて粒子の大きさによつて三つのクラスに分けて、各クラス毎に合計した出現指数を計算して地方毎、時期別に組成を比較して見ると第4図のようになる。この計算の基礎になる出現指数なるものが、前述のよ

うな性格のものである以上、この組成の % にしても、必ずしも正確に粒子組成から見た各段階のプランクトンの量を示すものとは思われないが、先ず大体において互の間の多寡の比較、そしてそれ等の季節的な変化の様相を察知するには足りると考えられる。

これによると、先ず概して冬には小形のプランクトンが多く、夏から秋にかけて大形のプランクトンが増し、冬にまた小形になるということは各地方を通じて見られる。三重県の池は大形のプランクトンが少なく、小形のものが多いが、特に冬に多く、春一時少くなるが、夏からまた小形のものが増している。川尻、中央、牟呂は大形プランクトンが夏から秋に多いが、中央は他と異り冬は小形のものが多かった。

どの地方でも多少の差こそあれ、季節によつてプランクトンの組成の変化が見られるが、これが比較的急激に来る時は季節的に自然に起る水変りとして現われ、中央、泉、三重等で3月より5月にかけての変化、川尻で5月より8月の間における変化等はこの顕著な例である。

考 察

以上のように植物プランクトンの繁殖程度や水色を数的に表現する手段を用いて、塩分量、プランクトン粒子組成等と共に各地の養鰻池の水の出来具合の状態を比較して見ると各地方毎に特色が見られ、その相異の原因の一つと考えられるのは塩分量である。

プランクトン沈澱量が塩分量の多少と双曲線の関係にあること、水色もまた塩分量と関係があるが、その水色の季節的な変化の傾向は塩分量にかかわらないこと等を筆者は既に粗放的な養魚池の場合について明らかにした⁴⁾が、最近の集約的養鰻池の場合でも大体同じ傾向にあることはこれによつて明らかである。

但しこの場合、塩分が少なく、水色が緑色によく発達する池の方が果してウナギの飼育量、生産量等が高いか否かについては今後に於て明らかにしたい。

また三重県の塩分の高い池では小形のプランクトンが卓越しているが、その大部分が伊藤の研究によつて Rotifer に食害される範囲のものであることは興味深い。

しかし、他の地方においてもそのような関係による水変りが起つているかどうかは今後における課題の一つであろう。この養魚家に恐れられている水変りとは別に季節的に自然に起る水変りは多少の差はあつても各地方で見られるようで、例えば川尻地方の春の「ガンマ色」といわれる水色は *Scenedesmus* を主とした中形のプランクトンであるが、これが夏までに *Microcystis* の典型的な水に変り、晩秋に再び「秋水」といわれる水に変わるのも内容的には再び緑藻類を主とした組成にもどることであるが、これは種類による適温の相異によるものであろう。

要 約

(1) 静岡、愛知、三重3県下の主要養鰻地帯5ヶ所の合計約120枚の池について水の出来具合の季節的変

Fig. 4. Showing the seasonal variation of the particle size composition of phytoplankton. (March~Dec., 1957)

化を調べ、塩分量、透明度及び水色の変化は第1図に示し、またそれ等の比率を三角座標にのせて各地方の池の水の出来具合の特長やその季節的な変化の様相を相互に比較した。

- (2) 植物性プランクトンの粒子組成を地方別に比較すると塩分量の多い地方の池には概して小形のプランクトンが多く、塩分の少い池程大形の群体を形成する藍藻類が繁殖し、季節的に見ると一般に冬は小形で夏には大形になる。

終りに臨み、御校閲をいただいた檜山所長に感謝すると共に、本研究を行うに当つて文部省科学試験研究費の補助を受けたことを附記して感謝の意を表する。

文 献

- 1) 伊藤隆, 1955: 養鰻池の水変りに関する研究 I. *Brachionus plicatilis* (輪虫類) によるプランクトン植物の捕食作用 (水変りの1因として), Report of Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie, Vol. 2, No. 1.
- 2) 中村中六, 1954: 養魚池透明度の一表現法, 本誌, XIX (11).
- 3) ———, 1956: Munsell Color System による養魚池等の水色表示について, 陸水学会誌, XVIII, 125-133.
- 4) ———, 1957: 塩分含有池中に於ける養魚の研究, 水産学集成 (東京).