

# 御坊川におけるプランクトンの季節変動

## Plankton's seasonal variation in Gobo River

池田 みなみ 花田 桐菜 原 明日香  
Minami Ikeda Tona Hanada Asuka Hara

### A. 研究目的

水界の環境変化による植物プランクトンの変化は、食物連鎖を通して海や川の生態系を変化させ、回り巡って私たち人間の生活に影響を与えている。

私たちは一年間を通して、学校の近くを流れる御坊川でプランクトンを採取し、その季節変動を調べること、身近な川の環境の現状を知り、水界の生態系ピラミッドを支えるプランクトンについて知識を深めることにした。

水中の栄養分や温度、光などの影響を受けるプランクトンについては、湖や湾での研究は盛んに行われている一方で、川での調査はあまり進められていない。そこで私たちは川でのプランクトン採取によって、一年間の変動を調べ、湖の季節変動との比較を行った。さらに、同じ川でも、採取場所によりプランクトンの変動が異なるのかを調査した。

### B. 調査方法

#### <採取方法>

平成 25 年 9 月から翌 26 年 7 月までの間、毎月 1 回のペースで採取を行った。採取場所の気温、水温、水の流速を測定し、植物プランクトンの増殖に必要である硝酸濃度についても調べた。プランクトンについては以下の要領で採取した。

1. **流速の測定**：直径 7cm、重さ 5.00g のプラスチックボールが川を流れる速度を川の流速とした。長さ 1.9 m のビニール紐の片側をボールに貼り付け、紐のもう片側を手で持ったままボールを川岸から採集地点へ投げ入れた。ボールが川を流れ、紐が伸びきる時間を計測し、流速を算出した。5 回行いその平均値を流速とした。
2. **硝酸濃度の測定**：市販のパックテスト(徳用 川の水調査セット TZ-RW 共立理化学研究所)を用いた。
3. **プランクトンの採取**：水深 20cm で、直径 25cm×全長 46.5cm のプランクトンネットを 300 秒間固定し、プランクトンを採取した。採取した試料を 1 本のスクリュウ管に入れ、冷蔵庫で保管した。  
1 本のスクリュウ管に、採取した全てのプランクトンを入れた。  
※ 平成 25 年 10 月は、台風接近のため採取ができなかった。



図 1. プランクトンネットとボール

#### <採取場所>

学校近くにある御坊川にて採取を行った。採取地点は以下の 3 地点で、上流地点と中流地点は 1.3km、中流地点と下流地点は 1.55km 離れている。

- 上流地点：香川県高松市紙町の鶴尾橋付近
- 中流地点：同市上之町のコトデン三条駅前
- 下流地点：同市楠上町の楠上交差点横

#### <プランクトンの同定と数の測定>

採取試料の入ったスクリュウ管を、ゆっくりと 5 回上下をひっくり返し、試料を均一にした後、ピペットで 3ml 採取し、その中に含まれるプランクトンの総数と種類別数を光学顕微鏡で調べた。

同定の難しいものは写真に収め、拡大して同定した。なお、珪藻類は数が多いためカウンターを使って個体数を数えた。その後、流速等をもとに 1m<sup>3</sup>あたりのプランクトン数を算出した。

#### <データ整理>

##### 1. 1 m<sup>3</sup>あたりのプランクトン密度の計算方法

(1) 1.9m を s 秒でボールの浮きが流れるとし、300 秒で浮きが流れる距離を、A (m) とすると、

$$1.9 : s = A : 300 \quad \text{となり、} \quad A = 1.9 \times 300 / s$$

ネットの濾水量は、300 秒で水が流れた距離 (A) にプランクトンネットの円部分の面積を掛けたものなので、以下の式が求まる。

$$V = A \times 3.14 \times r^2 \\ = 1.9 \times 300 / s \times 3.14 \times r^2 \quad \dots \textcircled{1}$$

(2) 次にその地点での採取した総プランクトン数 (n) をネットの濾水量 (V) で割って 1 m<sup>3</sup> あたりのプランクトン密度 (D) を求める。

$$D = n/V \quad \dots \textcircled{2}$$

- V : ネットの濾水量 (m<sup>3</sup>)
- s : 流速の平均 (秒)
- n : その地点での計数した総プランクトン数
- r : プランクトンネットの半径 (m)
- A : 300 秒で浮きが流れていく距離 (m)
- D : プランクトン密度
- 1.9m : (ボールの浮きの長さ)
- 300 秒 : (プランクトンの採取時間)

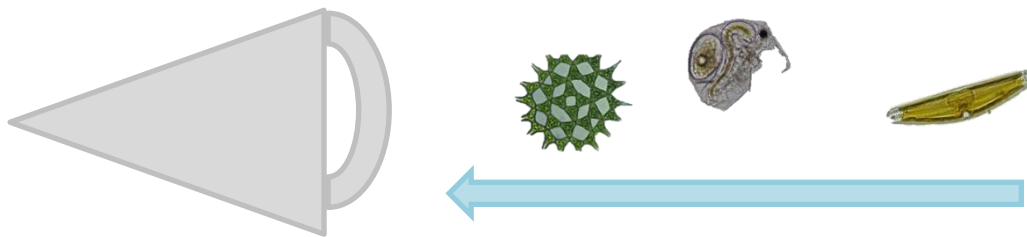


図 2. プランクトンの採集イメージ図

## 2. 各地点のプランクトン, 水温, 無機養分の調査・計算方法

(1) 採取場所ごとに植物プランクトン, 動物プランクトンの月別の試料中の個体総数を求める。

例 : 植物プランクトン (上流)

月	9月	10月	11月	12月	1月	...
個体数	1952	—	1079	2056	298	...

(2) ①, ②の式より植物プランクトン, 動物プランクトンの月別の密度 (1m<sup>3</sup> あたりの個体数) を出す。小数第 4 位で四捨五入する。この作業を上・中・下流の植物プランクトンと動物プランクトンそれぞれで行う。

例 : 植物プランクトン (上流)

月	9月	10月	11月	12月	1月	...
密度	102.9	—	29.6	148.9	19.0	...

(3) 上記 (2) で求めた植物プランクトンの上・中・下流の月別の密度 (1m<sup>3</sup> あたりの個体数) をすべて足し平均をとる。※動物プランクトンも同様に行う。

例 :  $\{(上流の月別の植物Pの密度の和) + (中流の月別の植物Pの密度の和) + (下流の月別の植物Pの密度の和)\} \div (10ヶ月分 \times 3ヶ所) = 76.0$

(4) 上記 (3) で求めた平均値 76.0 (匹/m<sup>3</sup>) となり, これを相対値 1 と換算して, 植物プランクトンの上・中・下流の月別の密度 (1 m<sup>3</sup> あたりの個体数) の相対値を求める。この相対値で, グラフに示す。(図 4 ~ 6) ※動物プランクトンも同様に行い, 動物プランクトンの場合は平均値 5.8 (匹/m<sup>3</sup>) が相対値 1 となる。

例 : 植物プランクトン (上流)

月	9月	10月	11月	12月	1月	...
相対値	1.4	—	0.4	2.0	0.2	...

(5) グラフ中の無機養分は硝酸濃度 (mg/l) を表しており, 相対値 1 = 4mg/l である。

### C. 調査結果

#### 1. 月別のプランクトン密度

プランクトン数は、グラフ中では  $1\text{m}^3$  あたりのプランクトン数で示している。

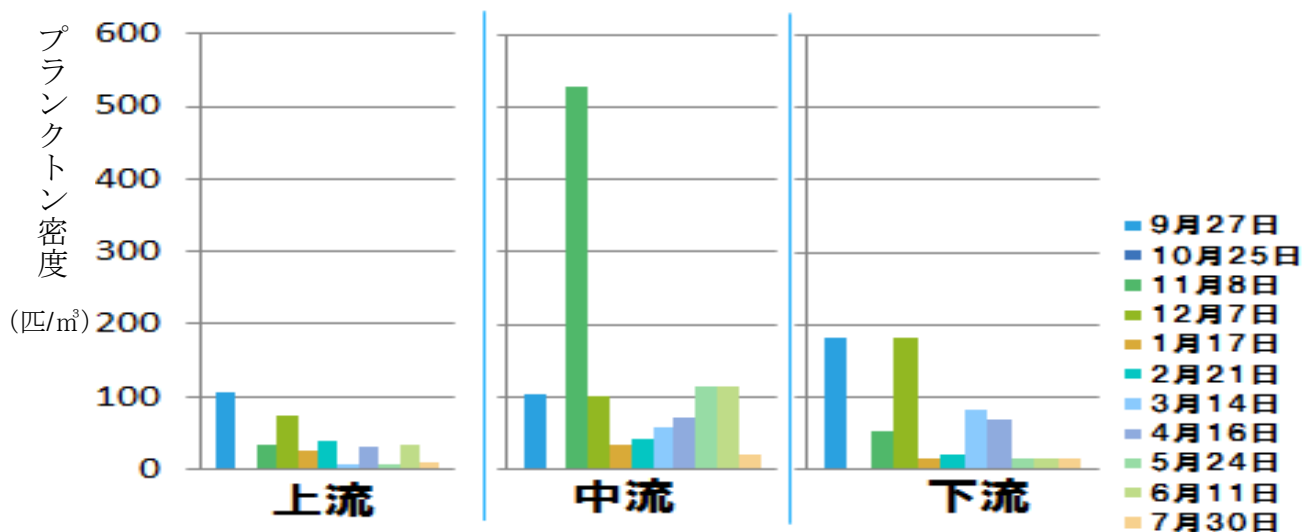


図3.  $1\text{m}^3$  あたりの (植物+動物) プランクトン総数

○ 調査地点によって、全プランクトンの密度は大きく異なることがわかる。

#### 2. 上・中・下流のプランクトン、水温、無機養分の季節変動

上・中・下流のそれぞれ植物プランクトン、動物プランクトン、水温、硝酸濃度の値をそれぞれ月別に整理している。

##### <上流> (°C)

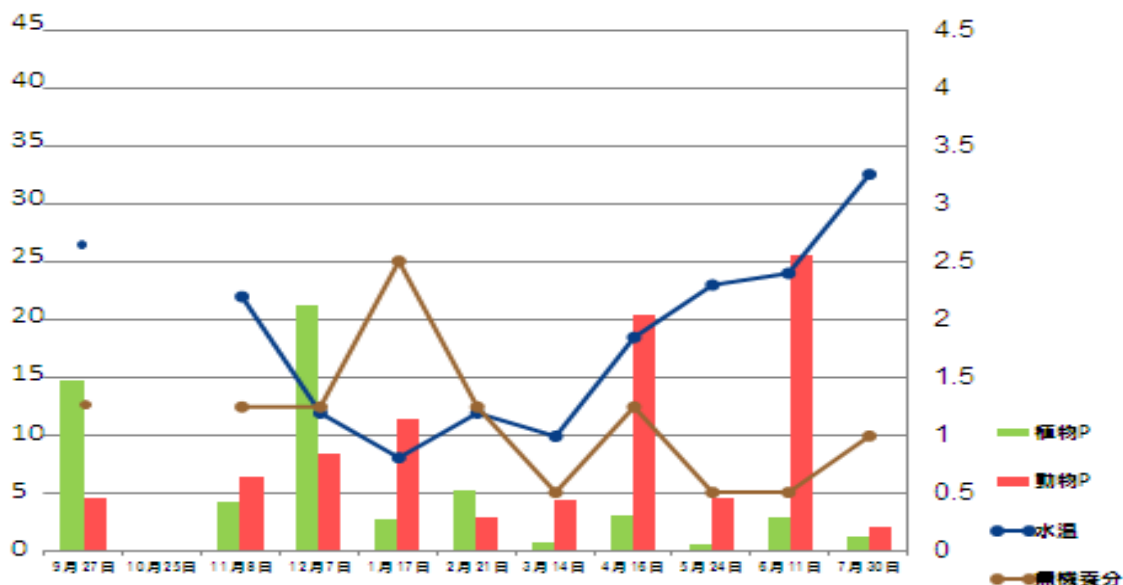


図4. プランクトン・水温・無機養分の季節変動 (上流)

水温は左の縦軸、プランクトン密度の相対値と硝酸濃度の相対値は右の縦軸で示す。

植物プランクトン密度については、相対値  $1 = 76.0 \text{ 匹}/\text{m}^3$

動物プランクトン密度については、相対値  $1 = 5.8 \text{ 匹}/\text{m}^3$

硝酸濃度については、相対値  $1 = 4 \text{ mg}/\ell$

- 動物プランクトンは、9月から増減を繰り返しながら、徐々に増加している。
- 植物プランクトンは、12月のピーク後大きな増加は見られない。
- 水温は3月から7月にかけて上昇するが、硝酸濃度は1月に高くなりその後は増減を繰り返す。

<中流>

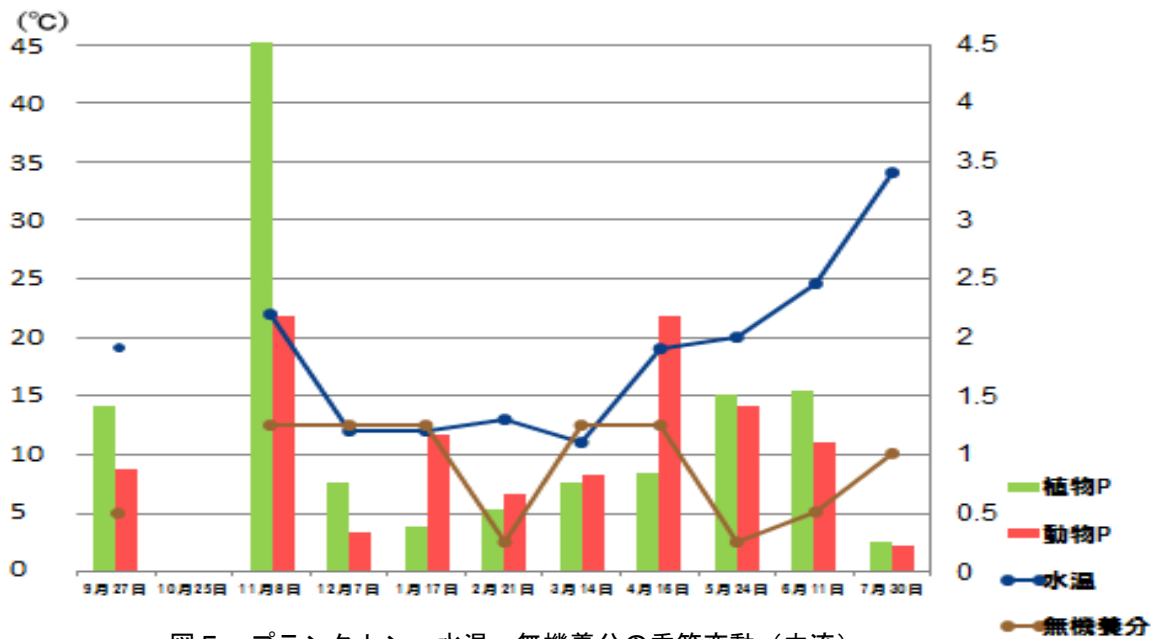


図5. プランクトン・水温・無機養分の季節変動（中流）

※縦軸は、図4と同じである。

- 動物プランクトンはピーク後12月が最も少なく、その後なだらかに増加し、4月からは減少傾向にある。
- 植物プランクトンはピーク後12月に大きく減少し、1月から6月までゆるやかに増加する。しかし、秋のような大きな増加は見られない。7月が動物プランクトン、植物プランクトンともに最も少なくなっている。
- 特に中流は、ほかの地点と比べてもピークの増加具合が大きい。
- 上流・下流と同様に、水温は3月から7月にかけて上昇するが、硝酸濃度は増減を繰り返している。

<下流>

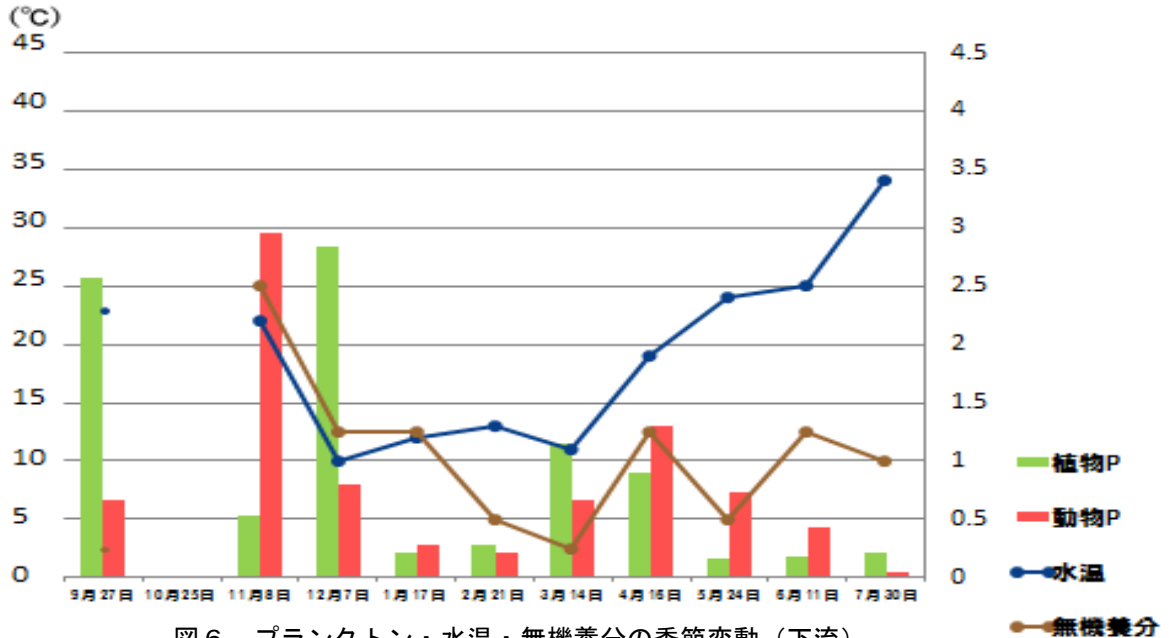


図6. プランクトン・水温・無機養分の季節変動（下流）

※軸は、図4と同じである。

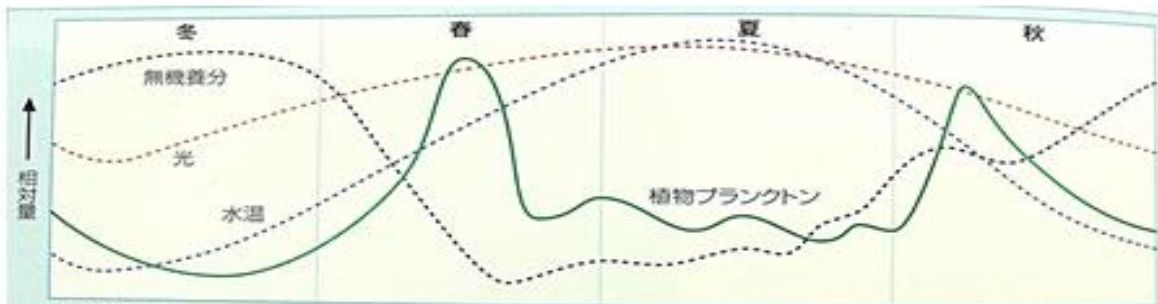
- 動物プランクトンは、中流に類似しており、ピークの後1月からなだらかに増加し、4月からは減少傾向にある。
- 植物プランクトンは、ピーク後3月と4月に一度増加したが、その後7月まで減少傾向にある。
- 上流、中流と同様に、水温は3月から7月にかけて上昇し、硝酸濃度は11月に高くなるが、その後は増減を繰り返している。

### 3. 川と湖の季節変動の比較

川と湖の季節変動を比較する。川の季節変動を湖の場合と比較するために、滑らかなグラフに変えて示している。御坊川については、上, 中, 下流を合わせた値を示している。

\* 湖の季節変動は高等学校用教科書「生物」(東京書籍)より引用

#### 湖の季節変動



#### 御坊川の季節変動

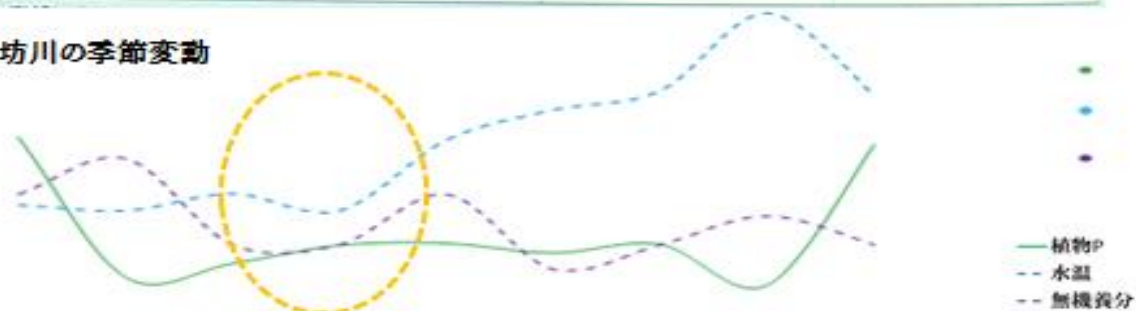


図7. 湖・川での植物プランクトン・水温・無機養分の季節変動

- 湖と御坊川を比較してみると、グラフの右の部分、秋から冬にかけての植物プランクトン、無機養分、水温の季節変動はほぼ一致している。
- 春に植物プランクトンが大幅に増加している湖に対し、御坊川では湖のような増加が見られない。
- 湖では植物プランクトンの増加に伴って無機養分が減少するが、御坊川では植物プランクトンが増加しないにも関わらず、硝酸濃度が減少している。

### 4. 珪藻と緑藻の季節変動

上記3の結果について、御坊川では植物プランクトンがなぜ春に増えなかったかということについて考えるため、植物プランクトンの中でも珪藻と緑藻に注目し、両者の数の月ごとの変化を示す。

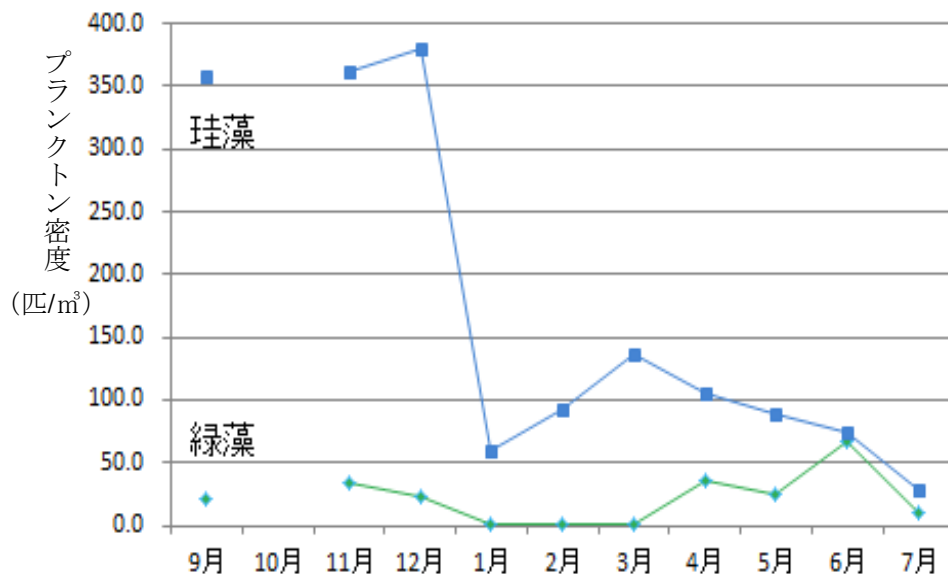


図8. 珪藻・緑藻の季節変動 (\*上, 中, 下流合わせた値を示している。)

- 秋の植物プランクトンはほとんどが珪藻で、植物プランクトン全体のほぼ9割を占める。
- 一方で4月以降は緑藻がすこし増え始めているが、珪藻は秋の個体数に比べると非常に少なく、3月頃若干増加するが4月以降は増加しない。このことから、春の植物プランクトン全体としての増加は見られなかったと考えた。

#### D. 調査結果からの考察

##### 1. 月別のプランクトン密度

プランクトンの数は、地点ごとに大きく異なっただけでなく、植物プランクトンは日光、水温、周囲の植生、水流の速さ、水深の違いなどに影響をうけたためだと予想される。

また、御坊川のような市街地を流れる川では、人の活動による排水の流入などで冬場でも水温が下がりにくく季節変動が複雑になっていると考えた。

##### 2. 上・中・下流のプランクトン、水温、無機養分の季節変動

月別の全プランクトン密度は、地点ごとに大きく異なることがわかったが、植物プランクトンと動物プランクトン別に分けたところ、時期は少しずれるが、各地点とも植物プランクトンは10月から12月にかけて多く、その後1月2月の冬場と7月の夏場に減少する点は、共通することがわかった。

秋から冬にかけては水温が下がり、日射量も減るため、植物プランクトンが減少し、春に水温が上がり若干増加するが、硝酸濃度も多くなく、一定の水温が高くなりすぎるとプランクトンが増殖しにくくなるとも考えられる。

また、中流で11月に植物プランクトンが特に多いのは、地形とその影響による水流が関係していると思われる。中流は川幅が広く流れも緩やかであるため他の場所に比べて窒素分の流れも滞り、その窒素分を使って植物プランクトンが爆発的に増え、それを食べる動物プランクトンも増えたと考えられる。また、無機養分は比較的秋から冬にかけて高くなっている。

##### 3. 川と湖の季節変動の比較

湖と御坊川では、秋から冬にかけての無機養分の変動が一致しているときは植物プランクトンの変動も一致している。しかし、春になると湖では植物プランクトンが増殖するのに伴い無機養分が減るのに対し、川では春早い段階で無機養分が減少するためか春の植物プランクトンの増加が見られなかった。この点が湖と御坊川では大きく異なっている。これらのことから、無機養分の変動と植物プランクトンの変動は密接に関係しており、春の植物プランクトンの湖と川での大きな差は無機養分と関係しているのかもしれないと考えた。

##### 4. 珪藻と緑藻の季節変動

植物プランクトンの大部分を占める珪藻が秋の増加後冬には激減し、春になって緑藻はやや増加がするが、珪藻は大きく増えず、植物プランクトン全体で見ると春の増殖はなかったと考えられる。

私たちは水深20cmのところプランクトンを採取したが、いずれの場所も水深は30cm前後で浅く、川底に固着性の藻が生育していた。春にその藻が水温の上昇に伴って繁茂して、無機養分を消費したために、水中の珪藻を主とする植物プランクトンの増殖が抑えられた可能性も考えられる。

しかし今回の調査では、川底の藻についての調査は出来ていないので、はっきりしたことはいえない。今後は川底の藻についての調査もする必要がある。

#### E. 結論

日光や周囲の植生、水流の速さにより、プランクトンの季節変動は複雑で一本の川でも場所によって違いが見られる。しかし、どの地点でも冬になり水温がある一定の温度以下になると植物プランクトンは減少しており、種類別に見ても、冬に緑藻はほとんど見られず珪藻も大きく減少する。

川と湖の季節変動を比較したところ、秋から冬にかけての変動はほぼ同じになった。しかし、湖などでの特徴である春の植物プランクトンの大増殖が御坊川では見られないことは大きな違いである。春に植物プランクトンが増加していないのは、植物プランクトンの多数を占める珪藻類の増加が見られないのが原因であることがわかった。

川は湖に比べて水深が浅いため川底に光がとどき、春に川底で固着性の藻類が増殖し、その影響で珪藻を主とする植物プランクトンの増加が抑えられた可能性がある。つまり川底に藻が増えて無機養分を消費し、その結果、珪藻などの植物プランクトンが増えられなかったのではないかと予想される。実際に中流は水深が深く、春に植物プランクトンは徐々に増えているのに対して、上流や下流は、水深が浅く、春に植物プランクトンは減っている。水深、無機養分、植物プランクトン、プランクトン以外の藻類の変動は密接に関係していると考えているが、さらに詳しい調査が必要である。

川と湖での条件の大きな違いのひとつは水流だが、水流の速さの違いによる季節変動の違いは分からな



った。しかし、中流のように川幅が広く、流れも緩やかであると窒素分がたまりやすく、急激なプランクトン数増加につながるのではないかと考えている。

#### F. 謝辞

本研究を行うに当たり、ご指導してくださった高松第一高等学校の先生方には深く御礼申し上げます。

#### G. 参考文献

1. やさしい日本の淡水プランクトン図解ハンドブック  
(滋賀県立衛生環境センター・一瀬論・若林徹哉/滋賀県の理科教材研究委員会合同出版)
2. 生物の教科書 (東京書籍)

#### H. 参考資料：御坊川で採取したプランクトンの一例



図 9. 珪藻の一種



図 10. 緑藻の一種



図 11. 藍藻の一種



図 12. ミジンコの一種



図 13. ワムシの一種