

地学教育

第63巻 第2号(通巻 第325号)

2010年3月

目 次

原著論文

- 堆積実験装置の自作と堆積構造の再現……………富永良三…(45~56)
秋川-多摩川水系における河床礫の特徴の経年変化: その教材化としての意義
……………松川正樹・江澤圭子・小野郁子・西田尚央…(57~73)

追悼

- 元 本学会会長 平山勝美先生のご逝去を悼む ……………小林 学…(75)
元 本学会会長 渡部景隆先生のご逝去を悼む ……………小林 学…(76)

学会記事 (77)

日本地学教育学会

平成 22 年度全国地学教育研究大会
日本地学教育学会第 64 回全国大会

鹿児島大会（第一次案内）

日本地学教育学会 会長 牧野泰彦
全国大会実行委員長（鹿児島大学） 八田明夫

大会テーマ：「郷土の地学的素材の教材化 ―野外から何を学ぶか―」

期 日：8 月 21 日(土)・22 日(日)

会 場：鹿児島大学 教育学部 203, 204 教室

主 催：日本地学教育学会

後援(予定)：鹿児島県地学会，文部科学省，全国高等学校校長会，全国日本中学校校長会，全国連合小学校校長会，日本私立中学高等学校連合会，日本教育研究連合会，日本理科教育学会，日本理科教育協会

日程(予定)：8 月 21 日(土) 開会式，学会奨励賞授与式，研究発表，ポスターセッション，懇親会

8 月 22 日(日) 記念講演，研究発表，閉会式

記念講演：「フィールドミュージアムの構築と活用 ―地域貢献と教材化―」

鹿児島大学博物館・館長 大木公彦教授

懇親会：8 月 21 日(於；教育学部エデュカ，会費：4,000 円)

見学旅行：8 月 23 日(月) 桜島

堆積実験装置の自作と堆積構造の再現

Development of Handmade Instrument for Experiments on Deposition and Reproduction of Sedimentary Structures

富永良三*

Ryozo TOMINAGA

Abstract: A newly-developed handmade instrument for sedimentation experiments in Earth Science education is described. Handmade instruments for sediment analysis currently in use typically do not meet the requirements of 1) horizontal accumulation at the bottom of the water column and 2) the visible presentation of accumulated sediment layers as horizontal stripes. The new instrument satisfies these requirements and is also easy to prepare for the experiment and to put away after. It can also control the flow-quantity of water and the materials are easy to obtain and comparatively cheap. Finally, it can be produced relatively easily. Through experiments using the instrument, a similar sedimentation structure to one observed on an outcrop in a check dam was reproduced. This suggests that the instrument is useful for the experimental study of sedimentary structures. Moreover, through observation of the sedimentation experiment using this instrument, it can be expected that elementary school children whose abstract geological understanding is not advanced may recognize intuitively how the sedimentary beds were formed.

Key words: instrument for sedimentary experiment, cross lamina, bed, stripes, sedimentary structure, development of teaching materials

1. はじめに

生徒が持つ「地層」のイメージを把握するため、授業で「地学」をまだ履修していない高校生に「地層とはどんなもの?」という質問をしてみたところ、過去に露頭での地層観察を経験したことのある一部の生徒は、何年も前の経験であるにもかかわらず、かなり具体的なイラストを描くことができていた(図1)。このことは実物を見るのがいかに児童生徒にとって印象的な経験であったかということを物語っている。

地学教育において野外で実物を見せる、実物に触れさせることは理想であり、相場・小林(2008)が示したように、「地層」を野外で教えた場合と室内で教えた

場合との間で教育効果に差が出ることは、たとえ調査対象が生徒全員に広がったとしても予想できる。しかし筆者の住む広島のように花崗岩が広く分布している

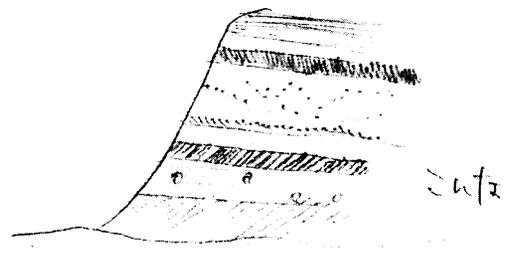


図1 生徒のイメージする地層の例

地域や都市部の学校では、生徒に露頭で「地層」を直接観察させることが困難である。それ以前に、よほど条件が整わない限り、1学年あるいは1クラスすべての児童生徒を野外に連れ出して授業を行うことは不可能であるのが現状であろう。

そこで、これまでも「流水の働き」や「大地の作り」、「地層のできかた」などについて、堆積実験装置を用いた室内実験を取り入れることで生徒の理解を助ける試みが積み重ねられてきた。例えば鈴木(1992)や高橋(1999)は手製水路の製作とそれを用いた堆積構造の形成実験を行った。また西田ほか(2008)は実験水槽内部に水と砂を流し、堆積物の形成過程を三角州の発達過程として観察事例を紹介した。一方、既存の実験装置としては、理科教材として市販されている堆積実験装置も何点かあるがいずれも備品として購入するには高価である。また、萩原ほか(2008)は教科書や指導書の条件では教科書に示されているような縞模様を形成することが困難であることを確認し、水槽実験で縞模様を形成させるための実験条件の改善について検討している。

しかしこれまでの実験装置内部に作られた堆積物が「地層」であると生徒に認識させることは容易ではないように思われる。その理由として、生徒が持つ「地層」のイメージとこれまでの堆積実験装置によって作られた「地層」との間に大きな隔たりがあったと言わざるをえない。

前述の質問で、中学校までの学習を通じて教科書の写真やイラストでしか地層を見たことのない生徒の多くは、「地層」を①砂や泥が水の底に水平にたまった(堆積した)もので、②何層も重なって断面に縞模様が見られる、といった表現でとらえていることがわかった。生徒によって表現はさまざまであるが、特に、②の「断面に縞模様が見られる」ことは重要で、「縞模様」や「層」という言葉を使った生徒が74%にのぼることから、堆積実験装置で作られた「地層」が、視覚的に「地層」として認識されるためには上記①、②の性質を合わせて「ほぼ水平な広がりをもって堆積した砂や泥が何層も重なって断面に縞模様が見られる」ことが必要であることを意味する。

当然のことであるが、「地学」を履修していない生徒による「地層」への理解が、学習の対象としての「地層」の定義に対して必ずしも的確であるとは言えないかもしれない。しかし、高校の教科書でも「堆積物は重力によって低所に運ばれ、凹地を埋めるように堆積

するので、その上面はほぼ水平になる。この堆積物の上に新しい堆積物が順次堆積すると、それぞれの堆積物はその上下を別の堆積物で挟まれた板状の広がりをもったものになる。このような板状の堆積物(および堆積岩)を地層という。」(松田ほか, 2006)とか、「地球上には平らな場所やくぼんだ地域がある。そのようなところには、上から粒子が降り積もったり、側方からの流れで粒子が運搬されてきたりして、堆積物がたまっていく。それらは水平方向に広がりをもって堆積し、一定の粒度や組成で特徴づけられたり、堆積環境を示す堆積構造を持つ。このような一連の堆積物を地層という。」(小川ほか, 2007)といった表現がされており、言葉のうえでは生徒の認識が教科書の記述内容とかけ離れたものでないことがわかる。

こうした問題意識のうえに立ち、実験によって「地層」ができたこと直観的に認識できることを機能上の目標として、堆積実験装置を開発・自作することにした。開発した装置内に堆積させたものを生徒に見せたところ、約82%の生徒が「地層」に見えると答えたことから、本装置に堆積したものが「地層」として生徒に認識されたものと判断できる。このことはこの装置を用いた実験によって、これまでできなかった「ほぼ水平な広がりをもって堆積した砂や泥が何層も重なって断面に縞模様が見られる」堆積物を初めて実現できたといえよう。

本研究については、富永・小野(1999)により試作品の演示実験が行われているが、本稿では自作した装置の開発理念を示すとともに、材料および設計図の詳細を公開した。また実際の堆積物を例に、その堆積構造の再現を通して、この装置で可能な実験を検討した。

2. 自作堆積実験装置の開発理念

装置の開発に当たっては上記の要求を満たすものとして、次のような点に留意した。

(1)「ほぼ水平な上面を持つ堆積物」を作ることができ

室内実験が前提であるため、水と一緒に砂を流す場合でも必ず排水が必要であり、本装置もまた流路の性格を持つ。そのうえで、装置内部に堆積を起こさせ「ほぼ水平な上面を持つ堆積物」を作るには、流速が急に低下する、すなわち水深が急に増す環境を作る必要がある。

給水と排水が釣り合っている状態で表1の⑤の有

孔板の上流側に砂を投入すると、砂は水中に浮かんだ状態で孔を通過する。有孔板の下流側に適度な水深があれば、水流の断面は急に広がることになり、その結果流速が低下するため、この位置から堆積が起り始める。堆積物の前面を境に下流側では、砂が供給される限り装置内の水位の高さまで堆積が起り、フォアセット葉理を内在しほぼ水平な上面を持つ1枚の砂層が下流に向かって成長する。

(2) 「断面に縞模様が何層も重なって見られる」地層を作ることができること

「断面に縞模様が何層も重なって見られる」地層は、単層が堆積する過程を繰り返すことで実現できる。すなわち単層を堆積させた後、相対的に水位を上昇させ、下位の堆積物を失うことなく再び堆積させることを繰り返せば、水位上昇分ごとの層厚を持つ単層の積み重ねを作ることができる。

そのためには装置内の水深を自由に調節できなければならない。本装置では排水用ホースに連通管の原理を採用した。具体的にはホースの先端をフレキシブルスタンドに必要な水位に支持し、それより装置内の水位が上がろうとするとオーバーフローさせる方法をとった。

フレキシブルスタンドで水位を調節すると、堆積作用の途中でも水位を上下させることが可能である。装置内の水位は、堆積物の前面を境に水深が浅く流れの速い上流側に対しては侵食基準面の性格を持つ。したがって水位の上昇で堆積を起こさせることができるとともに、堆積途中で水位を低下させれば、堆積物の侵食を引き起こすこともできる。

さらに、地層を積み重ねるためには、堆積した砂は上位の層が堆積する前に排出されてはならない。そこで排出口の上流側に網を設置し、たとえ堆積が進行して砂が装置の最下流部まで達したとしても、堆積物が失われないようにした。

(3) 演示実験のための設営、片づけ、装置の保管が容易であること

装置のサイズについては厳密ではないが、有孔板を通過した水が水路に流入したあと安定した流れになるまでにおよそ100 mm 要する(図2)。さらに水流が安定した後の下流側部分にフォアセット葉理が成長し、しかも途中で堆積条件を変化させたときでも変化の前後の堆積構造が保存される空間を確保するためには、水路の長さは短くとも全長600 mm 程度必要である。

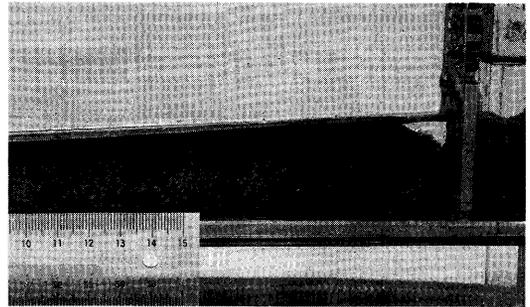


図2 有孔板下流付近の水流の乱れによる堆積物の擾乱

一方、学校では実験の後には装置を片づけ、保管する必要がある。収納の簡便さを考慮すると、装置全体の長さは一般的な教室の戸棚あるいはスチール本棚の扉1枚分である幅約85 cm に収めたい。給水側および排水側に塩化ビニル(以下塩ビと略)パイプを取り付けることを考えると、水路の長さ(水槽正面の幅)の上限は650 mm 程度となろう。この大きさであれば、装置内部の水を抜いた後、堆積物を内部にとどめたままガラス戸棚の中に収納することができ、展示物としていつでも生徒に見せることができる。

水路の幅(水槽の厚み)は広がると流向が一定しなくなる。その結果装置正面(水流に平行な面)に現れる堆積構造が複雑になりすぎるため、水流の安定のために水槽の厚みは30 mm 程度までに抑える。

(4) 流量を調節できること

流量の調節は、給水側の水道栓の開閉によって行うことができる。この場合、排水側では給水量に見合うだけの排水が確保される必要がある。必要であれば、給水側に流量計を付け、装置内を流れる水の断面積から、おおよその流速の平均値を出すことはできるが、流量や流速を定量的にとらえることは、今回の研究では目的としていない。

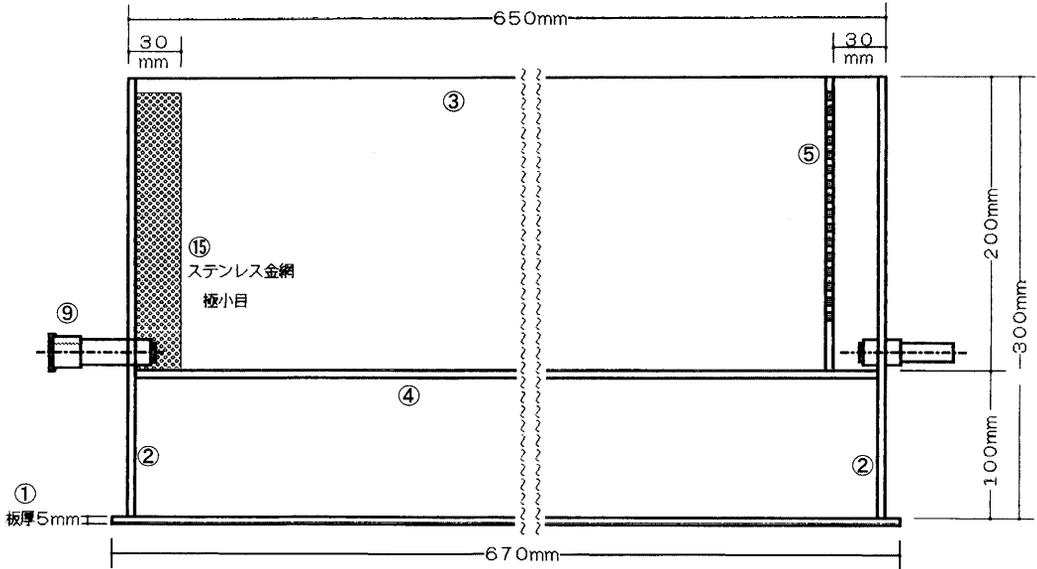
(5) 入手しやすく、安価な材料で作れること

塩ビ板や水道部品などの材料を新たに購入する場合、ホームセンターやインターネット等を通じて購入すれば最も高価な材料である塩ビ板の価格でも厚さ5 mm、縦横900 mm×900 mm の大きさで5千円~1万円に収まる。

(6) 比較的容易に製作できること

これら(5)、(6)については、以下の「材料」および「製作手順」において詳しく述べる。

【正面図】



【平面図】

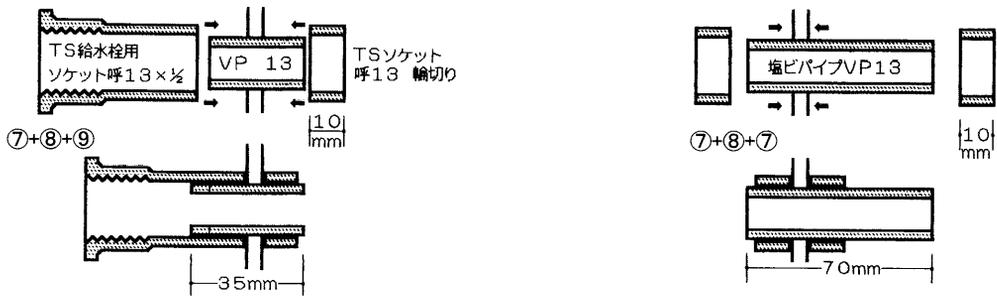
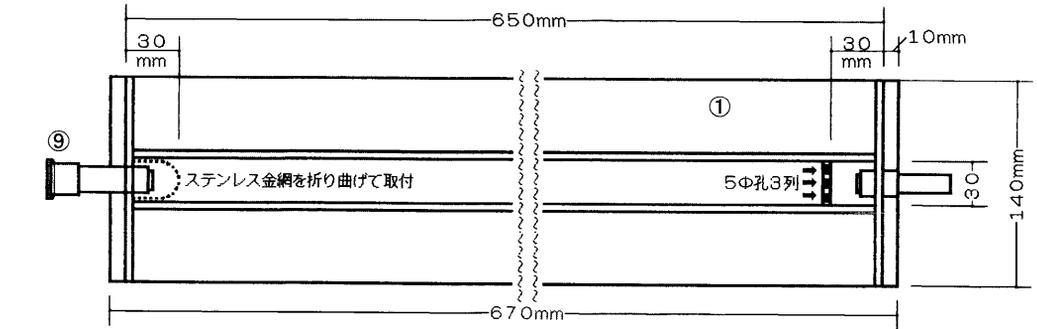


図3 堆積実験装置正面・平面図
図中の○付き数字は表1の部品に対応する。

【側面図】

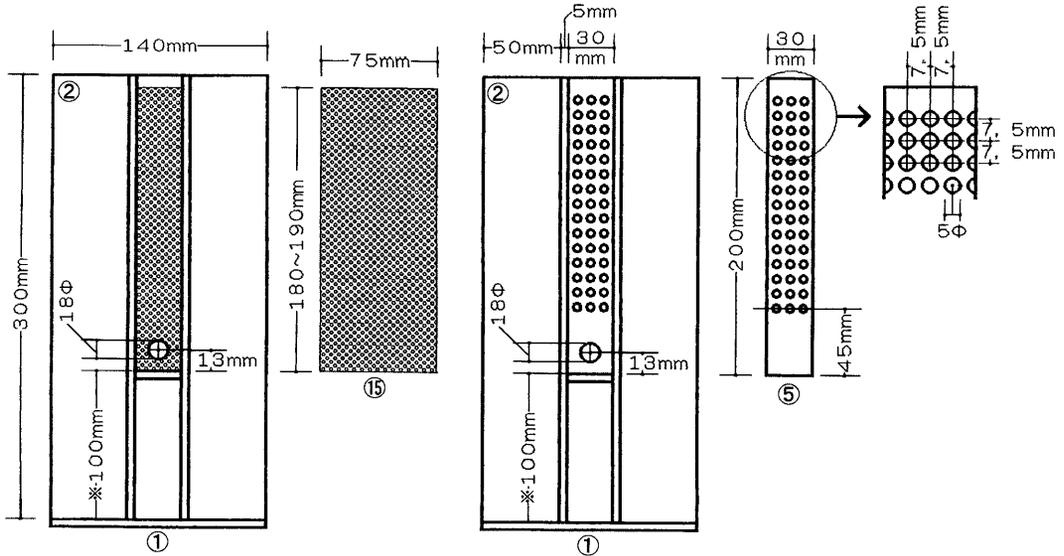


図4 堆積実験装置側面図
図中の○付き数字は表1の部品に対応する。

3. 材 料

製作した堆積実験装置の設計図を図3, 4に, また部材の一覧を表1に示す. 水槽部分の部材には硬質塩ビ透明板またはアクリル透明板が考えられる. アクリル板は透明性が高く観察には適しているが, 塩ビ板より価格が高いことと配管用の水道部品が塩ビ製であることから, 今回は塩ビ板を使用した.

塩ビ板の厚さについては, 水槽正面の幅が600mmという大きな面を持つため, 5mm程度の厚さがないと, 内部に砂と水が溜まったときに圧力で外に膨らんでしまい水流に影響を与える. また, 5mm程度の厚みがあるほうが, 部材を接着する際に直角を保ちやすい.

4. 製作手順

表1の部材①~⑤は900mm×900mm程度の塩ビ板を1枚用意すると板取りすることができる. 部材をそろえたら, 次の手順で組み立てを行う.

(1) 堆積槽底板④と注水側有孔板⑤を正面板③に接着する(図5).

- ⑤は塩ビ透明板にドリルで穴をあけたもので, 給水管から水槽(流路)に直接水が流れ込み, 堆積物を乱すのを緩和するねらいがある. このため給水管から入ってきた水が堆積物に直接当たらないよう, 下部には孔をあけていない.

- 接着剤は流動性が高く, 専用の注射器から毛管現象を使って注入するため, 部材の断面は板面に対し直角になるようにし, 切断面にかんなをかけるか研磨するかして平坦にし, 接着面ができるだけ密着するようにしておくこと.

- 接着剤は速乾性があるため, 気泡が入らないように注意しながらも一気に注入すること.

- 接着剤使用の際には十分に換気をする.

(2) (1)で作った③+④+⑤に背面板③を接着する.

- 補強材によるコーナー補強は作業の途中で適宜行い, 特に底部の水漏れが起きないように留意すること. 台底板①を取り付けた後は接着剤の注入が困難になるため, 必ずこの時点で確認を要する.

(3) 台底板①を取り付ける.

(4) 注水側, 排水側の水道部品(⑦~⑨)を各側面板②に取り付けた後, 側面板を取り付ける.

表 1 堆積実験装置材料一覧

| 番号 | 部品名 | サイズ | 数量 |
|--------------------|----------------------------|-----------------|------|
| 硬質塩化ビニール透明板 | | | |
| ① | 台底板 | 5mm×140mm×670mm | 1枚 |
| ② | 側面板 (給水/排水孔あき) | 5mm×140mm×300mm | 2枚 |
| ③ | 正面/背面板 | 5mm×300mm×640mm | 2枚 |
| ④ | 堆積槽底板 | 5mm×300mm×640mm | 1枚 |
| ⑤ | φ5有孔板 | 5mm×30mm×200mm | 1枚 |
| ⑥ | コーナー補強材 (三角) | 3mm×3mm×1000mm | 8本 |
| 水道部品 | | | |
| ⑦ | 塩ビVP13パイプ | ×100 | 1~2本 |
| ⑧ | 塩ビTSソケット | 呼び13 ×10mmに切断して | 3個 |
| ⑨ | 塩ビ水栓ソケット | 呼び13 (×1/2) | 1個 |
| ⑩ | カランまたはボールバルブ またはホースソケット | 呼び13 呼び1/2 | 1個 |
| ⑪ | バルブ用ソケット | 呼び13 | 1個 |
| ⑫ | 水道用シールテープ | | 適量 |
| 接着剤 | | | |
| ⑬ | 塩ビ管用接着剤 (商品名「エスロン」など) | | 適量 |
| ⑭ | 塩ビ板用接着剤 (商品名「タキボンド」など) | | 適量 |
| その他 | | | |
| ⑮ | ステンレス金網 #100程度 | 75mm×190mm | 1枚 |
| ⑯ | ビニールホース | 2m | 2本 |
| ⑰ | 蛇口ニップル | | 1個 |
| ⑱ | ホースコネクタ | | 1個 |



図 5 堆積槽底板④と注水側有孔板⑤の正面板③への接着

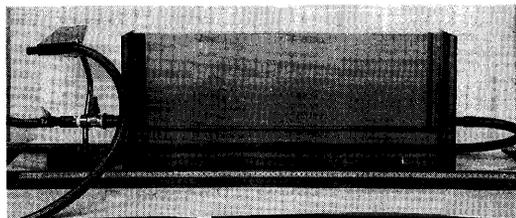


図 6 給排水ホースを取り付けて完成

- (5) 排水側水栓ソケット⑨に水道用シールテープ⑫を介してボールバルブ⑩を、さらにバルブ用ソケット⑪にあらかじめ塩ビ管を継いだものをねじ込む。
- (6) 排水側の槽内にステンレス金網を取り付ける。
・金網は湾曲させて弾力で止めておくこととし、槽内の清掃をするために取り外しができるよう、接着はしない。
- (7) 給排水ホースを取り付け、注水し水漏れのないことを確認して完成 (図 6)。
- (8) 蛇口に給水ホースを取り付ける際、園芸散水用蛇口ニップル⑰とホースコネクタ⑱をセットで取り付けておくと (図 7)、取り付け取り外しが簡単に行える。

実験に使う砂は校庭の砂場から採ってきたもの (花崗岩質岩を起源としている) を水洗いし、2mm のふるいを通り、106 μ m のふるいにかかるとして使用する。なお実験で白っぽい花崗岩質の砂を流す間に #100 程度のカーボランダムを茶さじ 1 杯程度ずつ時々入れていくと、葉理および層理面の縞模様を目立たせるのに有効である。この砂は繰り返し再利用でき、その際に砂とカーボランダムを分離する必要はない。むしろ花崗岩質の砂との混合物であっても水流によって分離され、自然に縞模様ができる。ただしフォアセット葉理を強調したいときは、給砂の間にさらにカーボランダムの投入を挟むと良い。

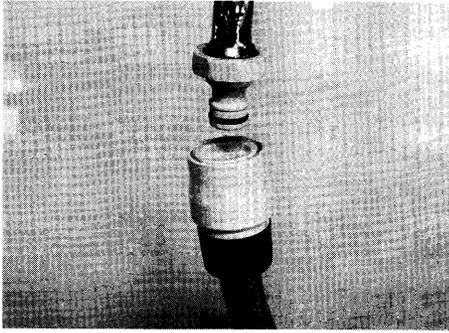


図7 散水用ホースコネクタ
装置の設置・片づけが容易になる。

5. 装置によって再現可能な水理条件および操作手順

本装置は給水を水道から直接接続するため、流量は水道のコックで調節する。流量を水の断面積（水路幅3 cm×水深）で割るとおおよそその流速が計算できるが、流量を5,000 cm³/min程度以下にした場合、水深約3 cm以上で十分に砂の堆積が起きる。

先に述べたように、この装置の本体部分は堆積実験槽であると同時に流路としての性格を持つ。また水が有孔板を通過した後約10 cmの区間は安定した水流が得られないため、この装置において前述の区間を除いた部分で再現できる水理条件として、次のようなものが挙げられる。

- (a): 水深がほとんどなく、河床のすぐ上を水が流れている状態（平衡河川に近い）。
- 排水ホースの先端を堆積実験槽の排水口より低くしておくと、堆積実験槽全体が流路の性格を持つ。水深を5 mm（砂粒子の大きさの数倍）程度に抑え、流量を少しずつ小さくしていくと、それに伴って流速も低下し、やがて粒径の大きなものや密度の大きい粒子が堆積し始め、平行葉理が形成される（図8）。
- (b): 定常的に水流はあるものの、上流側の(a)の環境から急に水深が増し流速が低下する環境への転換点（河口、湖やダムへの流れ込みなど）。
- 給水量が排水量を下回る状態にしておき、排水用ホースの先端をフレキシブルスタンドで上げると堆積槽全体がある程度の水深をもって安定する。この状態で砂を供給すると、砂層は水面の高さまで堆積し、その前面にフォアセット葉理が成長し始める。

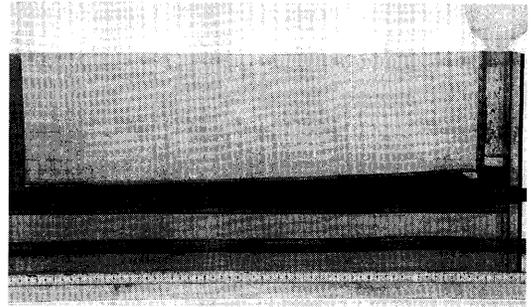


図8 環境(a)で形成される平行葉理
水流があるため上端面は完全な水平ではないが、水流のある状態で砂の供給を止めて放置しておくと、上端面の傾きはしだいに緩くなる。

すなわちフォアセット葉理の先端を境に、上流側のほとんど水深のない環境(a)と下流側の水深が急に増し流速の小さい環境とが接する状況が作られる。

- 砂の供給を継続すると、フォアセット葉理が成長を続け、砂層は装置最下流部の金網まで伸びていき、(a)の環境に戻る。
- (c): 定常的に水流はあるものの、堆積の途中で水位（侵食基準面）が上がる場合。
- 堆積途中の単層でフォアセット葉理の成長は止まるが、その上位に新たに(b)の環境が作られ、上流側から別の単層が成長する。
- 上位で新たに成長した単層が先の単層の先端に達すると、そこから先は下位の層を覆って2枚分の厚さを持った単層が成長する（図9）。さらに水位が上昇すると、再び上流側から別の単層が成長し、全体を覆って3枚分の厚さを持った単層が成長する（図10）。
- (d): 定常的に水流はあるものの、堆積の途中で水位（侵食基準面）が下がる場合。
- (b)の環境で形成されていた層は水位低下によって侵食基準面より上に出ることになる。このとき、水流があれば侵食作用は流れ込み（フォアセット葉理前面）から始まり上流に向かって進行する。
- (d-1): 水位低下が単層の厚さ未満の場合。
- この状態で水位が安定すると、水深は浅くなるものの(b)の環境が維持される。上流側では侵食が起これ、侵食された砂はそのままフォアセット葉理の成長に使われる（図11）。
- (d-2): 水位低下が形成途中の単層の厚さを超える

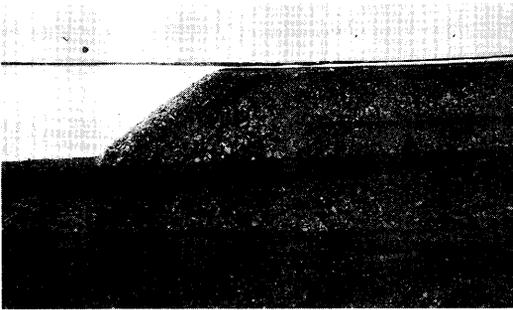


図9 環境 (b) から環境 (c) に変化し、堆積途中で水深が増した後、水深が安定して環境 (b) に戻った場合の堆積物
上位の単層が下位の単層を覆う。

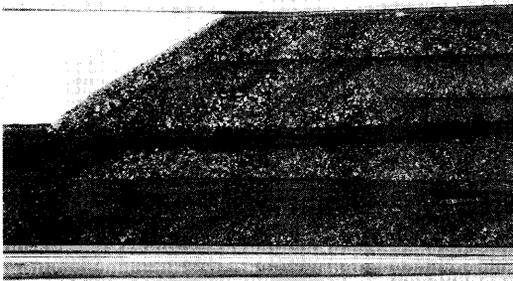


図10 水位上昇が間歇的に起こり、その間は環境 (b) の状態で水位が安定した場合の堆積物

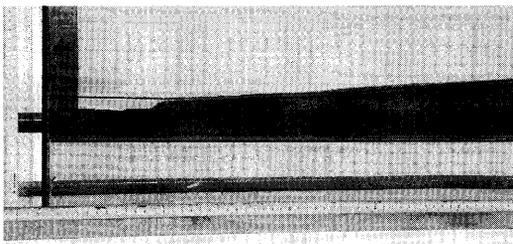


図11 水面低下によって上流で浸食された砂は、下流に環境 (b) があるとフォアセット葉理を形成する

場合。

- 下方侵食は低下した水位まで進もうとするが、この装置では侵食された砂は運び去られずに網で止められて堆積する。侵食は最上流部にまで達し、このまま水位が安定すると (a) の環境になって平行葉理を形成する。
- (e): (c) と (d) が繰り返す場合。
- (d-2) の環境になると堆積途中の砂層は侵食を受け

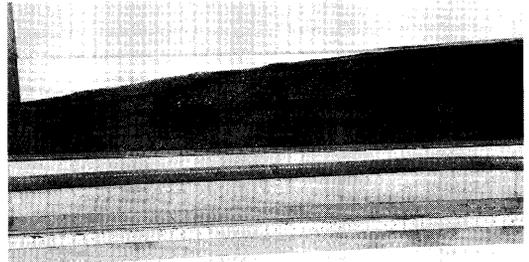


図12 水位低下によって堆積物の上面が浸食され、傾いた上端面が作られる
水位が上昇すると、環境 (b) に変化する。

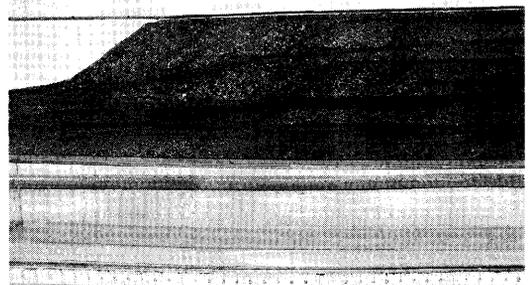


図13 下流側に傾いた下底面上に堆積する単層



図14 上下を下流側に傾いた層理面で挟まれる単層

始めるが、上流まで侵食され尽くして (a) の環境に移行する前に水位が上昇すると侵食は止まり、(b) の環境になる (図12)。その結果、下流側に傾いた侵食面を下底面としてその上に再び堆積が起こり、水深が安定している間はフォアセット葉理が成長する (図13)。

• 上の操作を繰り返すと、内部にフォアセット葉理を持ちながらもその上下を下流側に傾く境界面で挟まれた単層が形成される (図14)。この境界面は厳密な意味においては侵食面であり、したがってこれを

不整合面ととらえることもできる。

6. 堆積構造の解析と再現

今回再現を試みる堆積構造は広島県廿日市市中津岡川に設けられた砂防堰堤で観察された。中津岡川は花こう岩の山地にできた小河川で、標高約 500 m の源流から 9 km ほどの長さで河口に達する。普段は水流が少なく、堰堤の上流側では流れの幅は約 1 m、水深が 20 cm、流速は 30 cm/s 程度であるが、流路には 1 m を超える隙があるため、洪水や土石流の発生時のみ流量が増え碎屑物を運んでいると見られる。

図 15 は中津岡川のある堰堤の堆積物の様子である。上位の地層は下位の地層に対し上流側から覆い被さるように重なることがあるものの、各層の上面はほぼ水平で平坦であり、堰堤の越流部より高く堆積することはない。砂防堰堤が洪水時にいったん流れを滞留させる役割を持つことを考慮すると、各層の上面はそれぞれの洪水時に堰堤に貯められた水位に一致すると判断される。なお堤体には水抜き穴が設けられているため、洪水が収まればこの穴から徐々に水と土砂が排出され、水位は下がる。現在見られる堆積物は侵食を免れ、流路の外側に残されたものである。

碎屑物は円磨されておらず、その粒径は数 mm 程度を中心に、シルト～小礫にわたる。その主要部分は、下位より厚さ数十 cm の細礫層、10 cm 程度のシルト層が繰り返して重なり、シルト層とさらに上位の細礫層との間には時として厚さ数 cm の植物片の層が挟まれる事がある。細礫に始まりシルトまたは植物片に終わる一連の堆積物を一つのユニットとして沈殿しやすい



図 15 中津岡川の砂防堰堤に堆積した砂礫層
水が停滞した環境での堆積物であるため、上
端面は水平で、平坦である。

順の堆積物と考えると、これらは洪水 1 回ごとの堆積物として積み重なったものと判断できる。

図 16 は図 15 より上流にある別の砂防堰堤で、水位の下がった後に残された地層に見られた堆積構造で、顕著な斜交葉理が特徴である。図 16 の露頭では赤い線より下が崩落した土砂によって最下部が覆われているが、上部は単層内部の堆積構造の不連続性によって認識できる境界面（緑色の線で示した）によって下位より順に A～E 層の五つの層に区分される。今回はこちらの構造の再現を試みた。なお A 層、C 層、D 層に共通して言えることであるが、葉理を規定する要素は肉眼的には認められず、地層の断面が乾燥し、潜在する葉理に沿って粒子がはく落したために陰影が強調され、認識できるようになったものである。

各単層の構成粒子は図 15 の堆積物と同様、いずれも花崗岩を起源とする石英や長石粒および花崗岩質礫からなり、粒子の大きさもほぼ同様である。このためこの堆積物もまた洪水時の堆積物と見ることができよう。

ただ洪水の際の堆積物という共通性は持つものの、図 15 の露頭で見られる、沈みにくいシルトや植物片でできた層は、図 16 の露頭ではほとんど認められない。さらに A 層、C 層、D 層の内部には顕著なクロスラミナが発達していることから、図 15 と図 16 の露頭は貯水池内での相対的な位置が異なり、前者は貯水池のうちの堤体に近い水の滞留している場所での、後者は貯水池に水が流れ込む付近での堆積物と判断できる。

一般に層理面を構成粒子または水理条件の変化によって生じる単層間の境界面とするならば、A～E 各層間の層理面は粒子の変化によるものではなく、水理条件の変化を反映したものと考えられる。

図 17 に堆積構造を単純化したものを示す。A 層にはほぼ水平な上端面とそれに斜交し、下流側に傾く葉理が見られる。A 層と上位の B 層との境界面は、露頭中央～右側（上流部）ではほぼ水平であるが、左側（下流部）では下流側に向かって傾いている。B 層内部に見られる黒色の層は酸化鉄によるもので、堆積構造ではない。この縞は B 層と C 層の境界面に沿うように下流側に向かって傾いており、B 層と上位の C 層との境界面は上流が D 層上端付近に始まり、下流では A 層の高さまで下がっている。C 層と D 層の境界面もまた同様であるため、C 層は上下の層理面が下流側に向かって傾いている。この傾きは C 層内部の葉理よりや

条件が移り変わる過程として A 層への砂礫の供給が止まった状態で水位が上昇したことが考えられる。これは先の環境 (b) から (c) への変化である。

以上のような解析結果を基に、本装置を用いて堆積構造を再現したのが図 18 である。なお今回のように花こう岩質の砂とカーボランダム混合物だけでなく、実験用に市販されているカラーサンドの層を挟むと、より層構造が強調される。

7. おわりに

新しく開発した堆積実験装置によって、砂防堰堤内の実際の露頭に見られる堆積構造を再現することができた。このことは、「課題研究」等で堆積構造の形成についての仮説の設定、堆積実験を通しての検証といった科学的な研究方法の習得にも利用できる可能性を示唆している。また地層についての抽象的理解が進んでいない小学校の児童にとっても、この装置を使った実験の観察を通して、「地層」ができたと直観的に認識することが可能になるものと期待できる。すなわち、ただ単に堆積作用の結果できた地層を観察するのみならず、堆積作用のプロセスを逐一観察することで、より実感を伴う理解ができると考える。

今回は流水下で形成される「漣痕」や「砂堆」については議論していない。今後粒子の大きさや流速、流量、水深などの各種条件を変えながら、この装置を使っての「漣痕」や「砂堆」の形成についても検討する予定である。

謝 辞 本研究を進めるにあたり、北治山大学現代文化学部の鈴木盛久教授には、終始暖かいご指導を賜り、また粗稿を読んでいただき数々のご助言をいただいた。広島大学大学院理学研究科の宮本隆実准教授には文献の入手においてお世話になった。元広島市立美鈴が丘高校業務指導員の小野喜陸氏には実験装置を製作するうえで多大な協力をいただいた。ここに厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 相場博明・小林まり子 (2008): 地層を野外で教えた場合と室内で教えた場合ではどのように違うか。地学教育, 61, 141-155.
- 萩原伸子・西田尚央・小河佑太力・松川正樹 (2008): 「地層のできたかた」を観察する堆積実験の検討。地学教育, 61, 9-23.
- 松田時彦ほか (2006): 高等学校地学 I 改訂版。新興出版社啓林館, 大阪, 86 p.
- 西田尚央・伊藤 慎・島野恭史・長谷川裕樹 (2008): 簡易実験水槽を用いた三角州の形成実験。地学教育, 61, 157-166.
- 小川勇二郎ほか (2007): 改訂版高等学校地学 I 地球と宇宙。数研出版株式会社, 東京, 111 p.
- 鈴木一久 (1992): 手製水路の作り方と実験例。堆積学研究会報, 37, 85-92.
- 高橋康明 (1999): 近年の堆積学の成果を踏まえた地学教材の開発について—堆積構造の形成過程に注目して—, 平成 10 年度千葉県長期研修生研究報告書資料集, 50 p.
- 富永良三・小野喜陸 (1999): 堆積実験装置の製作と実験例。平成 11 年度全国地学教育研究大会・日本地学教育学会第 53 回全国大会要項, 82-83.

富永良三: 堆積実験装置の自作と堆積構造の再現 地学教育 63 巻 2 号, 45-56, 2010

〔キーワード〕 堆積実験装置, 斜交葉理, 地層, 縞模様, 堆積構造, 教材開発

〔要旨〕 フォアセット葉理を含む地層を水平に積み重ねて作ることができる堆積実験装置を新しく開発し、その設計図, 材料, 操作方法を公開する。この装置は安価な材料で比較的作りやすいことに加え、コンパクトであるため実験準備と収納・展示が容易であるといった特徴をも備えている。また堆積構造の形成を再現することができることから、この装置が堆積構造の解析に使えるだけでなく、地層についての抽象的理解の進んでいない小学生にも、「地層」ができたと直観的に認識させることが期待できる。

Ryozo TOMINAGA: Development of Handmade Instrument for Experiments on Deposition and Reproduction of Sedimentary Structures. *Journal of Education of Earth Science*, 63(2), 45-56, 2010

秋川-多摩川水系における河床礫の特徴の経年変化： その教材化としての意義

A Secular Change of River Gravels Along the Akikawa-Tamagawa River System in Tokyo, Based on Observation between 1996 and 2007, and its Significance as a Teaching Development

松川正樹¹・江澤圭子²・小野郁子³・西田尚央⁴

Masaki MATSUKAWA, Keiko EZAWA, Ikuko ONO, and Naohisa NISHIDA

Abstract: Spatial and temporal variation of gravels along the Akikawa-Tamagawa river system in Tokyo were studied between 1996 and 2007. Within the river system, both sediment grain-size and roundness were typically observed to change in relation to upstream-downstream change. In particular, bed-slope variation is interpreted to be a factor controlling the spatial changes observed. It is also recognized that the grain size and roundness exhibit less temporal variation in single events versus observations over ten-year cycles. Thus, characteristics of river gravel, particularly grain size and roundness, are useful tools for teaching basic hydraulics of river systems in Earth Science class.

Key words: river gravels, grain size, roundness, secular change, Akikawa-Tamagawa River, applicable teaching development

1. はじめに

川原で観察される石、すなわち河床礫は、大きさや形状が上流から下流にかけて変化する。これは、運搬される過程で破壊や摩耗されるため、さらに、小さな礫が選択的に下流に運搬されるためである(例えば、Rice, 1999)。このため、これらの特徴に注目すると、おおよその運搬距離あるいは河川の流れの大きさなどを見積もることが可能である。

このような河床礫の特徴は、学校教育においては主に小学校第5学年の理科「流れる水のはたらき」の項目として取り上げられている。そして、流れる水の働きにより、土地が侵食され、土砂が運搬され、堆積する現象との関係について、考えを持つことができるよ

うにすることが学習指導要領の中に定められている(文部科学省, 2008)。この内容を授業で児童に理解させるためには、河床礫の特徴とその大きさや形状の変化について、教師の適切な理解が求められる。特に、河床礫の分布様式は、一般的傾向に加えて個々の河川の特徴があることが知られている(板場ほか, 2000)。また、岩質により破壊や摩耗の程度はそれぞれ異なる特徴を示す(Kodama, 1994)。したがって、河床礫の特徴についてより詳細に理解するためには、岩質ごとの大きさや形状の変化、運搬距離との関係に注目する必要がある。しかし、個々の河床礫の運搬過程を上流から下流まで観察し続けることはほぼ不可能である。したがって、河床礫の空間分布の傾向の時間変化に基づき、運搬過程の特徴やその要因について理解するこ

¹ 東京学芸大学・環境科学分野

² 東京学芸大学大学院総合教育開発専攻環境自然科学サブコース(現所属 東京都調布市立深大寺小学校)

³ 東京都板橋区立北野小学校 ⁴ 産業技術総合研究所地質情報研究部門

2010年2月20日受付 2010年3月21日受理

とが必要である。

東京都および東京都と神奈川県の間を流れる多摩川では、1940年代末から河床礫の分布様式について多数の研究が行われており（例えば、谷津・大塚, 1948; 中山, 1952, 1954; 板場ほか, 2000）, それらの時間変化を議論するのに適している。

筆者らは、1996年以来、秋川-多摩川水系の上流から下流にかけて分布する河床礫の岩質、大きさや形状について定期的に調査してきた。

本論文では、1996年から2007年の11年間に実施した同一地点での河床礫の分布様式の観察・調査結果を基にその経年変化を示す。また、河床礫の運搬の要因となる台風による増水に伴ったより短期的変化について述べる。そして、その結果に基づいて、河床礫の特徴に注目した教材としての意義について考察する。

2. 調査地域

(1) 秋川および多摩川の概要

秋川は、東京都西部を西から東に流れる多摩川最大の支流で、標高 1,528 m の三頭山に源流を発生し、長さは 37 km、流域面積は約 171 km² である（図 1）。源流からあきる野市武蔵五日市までは山間部を流れる。網代付近より秋川丘陵の縁を扇状地上部へと流れ、昭島市睦橋下流で多摩川と合流する。一方、多摩川は、標高 1,953 m の山梨県笠取山に源流を発生し、長さは 138 km、流域面積 1,240 km² の一級河川である。秋川-多摩川水系は、最上流から河口に至るまでダムがないため、河床礫の特徴やその変化を検討する対象として適している。

(2) 河床礫の後背地の地質

秋川-多摩川水系の上流から下流域に分布する地質は、上流で中生代の付加体堆積物と深成岩、中流で新

生代新第三紀の海成堆積物と第四紀の陸成-海成堆積物からなる。これらの地質の分布は、上流では山地、中流では丘陵と台地として地形的特徴として示される。

酒井 (1987) により、秋川-多摩川水系の上流の地質、松川ほか (1997, 2006) により秋川-多摩川水系の中下流の地質が示されている。秋川水系では、五日市-川上構造線により南秋川と北秋川で、地質の特徴が異なる。すなわち、南秋川では、白亜系の小仏層群の砂岩、頁岩、千枚岩と三頭山の閃緑岩が主として分布する。一方、北秋川では、ペルム系から白亜系の秩父層群の砂岩、頁岩、チャート、石灰岩が主として分布する。特に、石灰岩は、北浅川流域のみに分布する。そして、五日市盆地の新第三系は礫岩、砂岩、泥岩からなり、丘陵や台地の新第三系と第四系は礫岩、砂岩、泥岩からなる。

(3) 調査地点

河床礫の調査は、秋川-多摩川水系の上流から下流にかけてのおよそ 10 km 間隔の合計 7 地点で実施した（図 1, 2, 表 1）。A1 および A2 地点は南秋川、A3 および A4 地点は秋川、A5, A6, A7 地点は多摩川の河床である（図 1）。このうち、A7 地点には調布取水堰があり、水位の調節が行われている。2001 年の調査時には高水位で河床が水没していたため、A7 地点では調査することができなかった。また、河床勾配に注目すると、A3 地点の周辺が遷急点（阪口ほか, 1995）である（図 2）。

3. 調査方法

各地点における河床礫の特徴の検討は、異なる二つの方法に従った。すなわち、ランキングサンプル法（松川, 2002）とランダムサンプル法（Wolman,

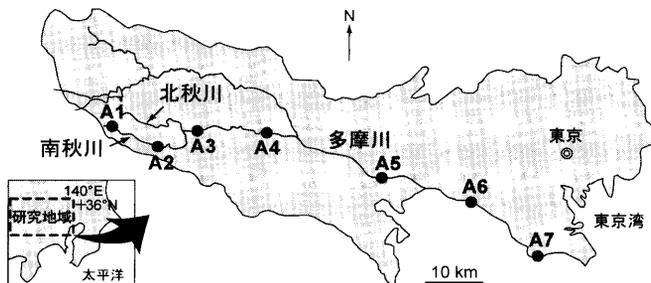


図 1 秋川-多摩川および各調査地点

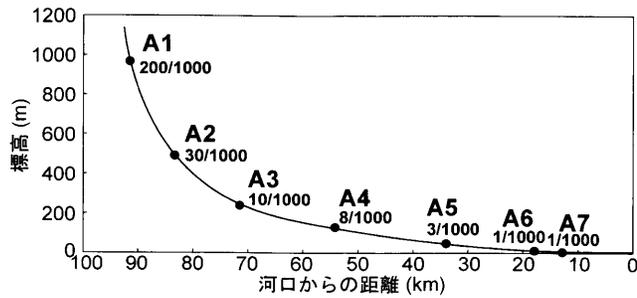


図2 秋川-多摩川の河床縦断曲線, 各調査地点と河床勾配
A3地点周辺は遷急点に相当する。

表1 各地点の緯度経度および調査実施日

| 調査地点 | 場所 | 河口からの距離 | 緯度 | 経度 | 1996年 | 2001年 | 2007年 | |
|------|----------------|---------|-------------|--------------|--------|-------|-------|--------|
| A1 | 檜原村 都民の森 | 91.5 km | 35°44.70' N | 139°01.46' E | 5月6日 | 5月31日 | 5月31日 | 10月11日 |
| A2 | 檜原村 笛吹 | 83.3 km | 35°42.48' N | 139°04.48' E | 5月6日 | 5月31日 | 6月17日 | 10月11日 |
| A3 | あきる野市 武蔵五日市 | 71.5 km | 35°48.29' N | 139°10.13' E | 5月6日 | 9月28日 | 7月8日 | 10月11日 |
| A4 | あきる野市 サマーランド近郊 | 54.2 km | 35°43.60' N | 139°16.43' E | 4月29日 | 4月29日 | 6月17日 | 10月16日 |
| A5 | 多摩市 関戸橋 | 34.6 km | 35°39.60' N | 139°27.32' E | 4月29日 | 6月2日 | 6月18日 | 10月16日 |
| A6 | 世田谷区 二子玉川 | 18.0 km | 35°36.43' N | 139°37.11' E | 5月23日 | 5月19日 | 6月17日 | 10月15日 |
| A7 | 世田谷区 丸子橋 | 13.2 km | 35°35.14' N | 139°39.58' E | 11月29日 | — | 7月17日 | 10月15日 |

1954; 松川, 2002) である。ランキングサンプル法は、河床で最も大きい礫を含むように 5 m 四方の枠を設け、その枠内で大きいものから順に 50 位あるいは 100 位までの礫を抽出する方法である。一方、ランダムサンプル法は、ランキングサンプル法と同様に設けた 5 m 四方の枠内を 50 cm のグリッドに区切り、枠上も含めたグリッドの交点にある合計 121 個の礫を抽出する方法である。このうち、ランキングサンプル法により、最も大きい礫を運搬しうる最大運搬力、すなわち最大の流れの強さを読み取ることができる。

(1) 測定項目

ランキングサンプル法およびランダムサンプル法のそれぞれにより抽出した河床礫について、礫径、礫種、円磨度と球形度を測定した。

礫径は、長軸の長さを測定し、 ϕ スケール (Krumbein, 1934) を用いて表現した。 ϕ スケールは、 $\phi = \log_2 d$ (d は礫径) で算出され、その数値が大きいほど対応する mm スケールの数値が小さくなる。

円磨度は、礫の角が摩耗されて丸くなっていく程度を示す。これを視覚的に読み取るため、Pettijohn

(1975) の印象図を用いて、角礫・亜角礫・亜円礫・円礫・超円礫の五つに分類した。

球形度は、摩耗の程度による礫の形状を示す指標で、円盤・小判・球・棒の 4 種類に分類した (Zingg, 1935)。

(2) 調査日

河床礫分布の経年変化について検討するため、1996年、2001年と2007年に各地点で調査した(表1)。このうち2007年は、1回の増水に伴うより短期的な時間変化についても検討するため、各地点で、平常時と台風による降水量の増加により増水した直後の2回の調査を実施した。

4. 結果およびその特徴

(1) 1996年、2001年、2007年の経年変化

各地点で認められた礫径、礫種、円磨度、球形度の特徴の、1996年、2001年、2007年での変化について示す。このうち、2007年のデータは、増水前に得られたものを対象とした。

1) 礫径

まず、ランキングサンプル法による結果について、地点ごとに示す(図3)。A1とA2地点は、いずれの年も主に -8ϕ の礫により構成される。しかし、2007年はいずれの地点も -9ϕ の礫は増加、 -7ϕ の礫は減少しており、全体として最大礫径の増加傾向にある。A3地点は、 -8ϕ の礫が2001年で減少後、2007年で増加して再び2001年と同様な値となった。一方、 -7ϕ の礫は、2001年で2倍以上に増加後、2007年で全く認められなくなった。A4地点は、 -8ϕ の礫が2001年に増加したが、2007年には減少した。また、2001年と2007年で、 -6ϕ の礫が全く認められなかった。A5地点は、いずれの年においても -7ϕ の礫が卓越し、大きな変化は認められない。A6地点では、2007年で、 -7ϕ の礫がやや増加し、 -6ϕ の礫が減少したことが認められる。A7地点は、1996~2007年で、 -7ϕ の礫が増加し、 -6ϕ の礫が減少したことが認められる。これら各地点の特徴に加え、平均礫径の変化に注目すると、上流から下流方向に減少傾向を示し、経年変化はほとんどない(図4A)。

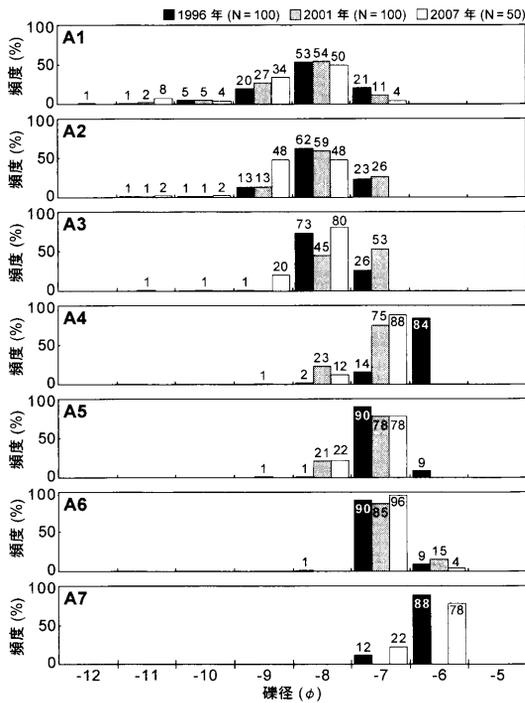
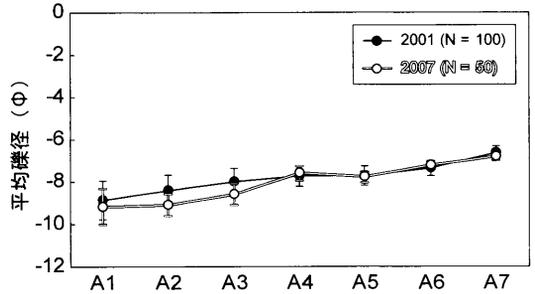


図3 ランキングサンプル法による各地点の礫径分布およびその経年変化。Nはサンプル個数を示す。ヒストグラム上の数値は百分率を示す。

(A) ランキングサンプル法



(B) ランダムサンプル法

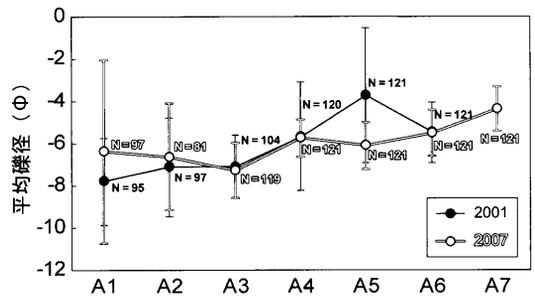


図4 平均礫径の地点による変化。バーは標準偏差を示す。A: ランキングサンプル法。B: ランダムサンプル法。Nはサンプル個数を示す。

次に、ランダムサンプル法による結果について示す。1996年は、ランダムサンプル法による調査は実施していないため、2001年と2007年の結果について述べる。全体的に、ランキングサンプル法の結果と比べ、大きな相異は認められない(図5)。このうち、A3地点では -8ϕ の礫が増加したが、 -7ϕ の礫の減少が認められる。A4地点では -8ϕ と -7ϕ の礫が減少し、 -6ϕ 、 -5ϕ 、 -4ϕ 、 -3ϕ の礫は大きな増加が認められる。A5地点では -6ϕ と -5ϕ の礫は大きく増加し -1ϕ より小さいもの、すなわち砂あるいは泥粒子が激減したことが示される。A6地点では -7ϕ の礫がやや減少し、 -6ϕ と -4ϕ の礫の多少の増加が認められる。また、平均礫径の変化に注目すると、ランキングサンプル法に比べ、必ずしも上流から下流方向に単純な減少傾向を示さず、経年変化も大きいことが特徴である(図4B)。

2) 礫種

秋川-多摩川の河床礫は、主に泥岩、砂岩、礫岩、チャート、閃緑岩、ホルンフェルス、千枚岩、分類不能の変成岩により構成されることを特徴とする(図

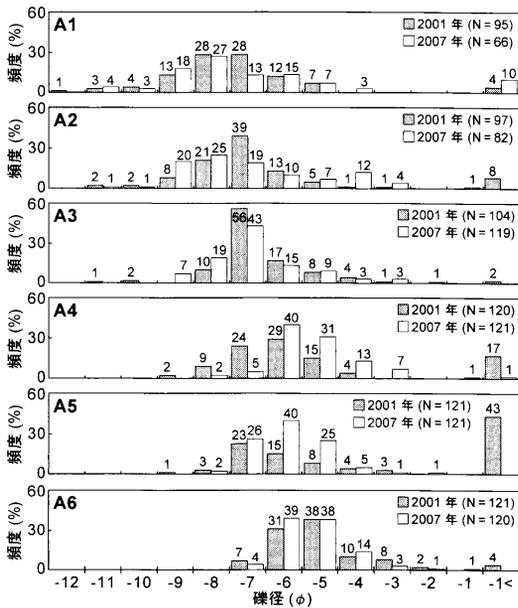


図 5 ランダムサンプル法による各地点の礫径分布およびその経年変化。N はサンプル個数を示す。ヒストグラム上の数値は百分率を示す。

6). また、一部で鑑定不能の岩石も認められた。このうち、礫種ごとの変化に注目すると次のような特徴が認められる。

閃緑岩は、A1 地点で、1996 年に 60% 弱を占めていたが（ランキングサンプル法）、2001 年と 2007 年の 2 つのサンプル法で 15~30% 程度である。

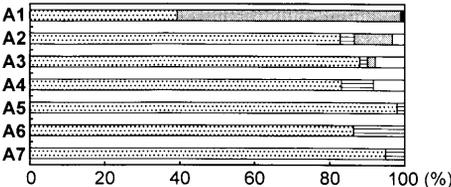
ホルンフェルスと千枚岩は、1996 年および 2001 年には変成岩として分類され A1 と A2 の地点で認められたが、2007 年では A1 から A7 のほぼ全地点で認められた。

泥岩、砂岩と礫岩は、3 回の調査とも全地点で認められた。このうち、A1, A2 と A3 地点でのそれらの割合は、2001 年、2007 年と減少傾向が認められる。特に、A2 と A3 地点に注目すると、1996 年には 80% 以上を占めていたのに対し、2001 年と 2007 年は 40~60% に減少した。これは、相対的に千枚岩とホルンフェルスの割合が増加したためと考えられる。

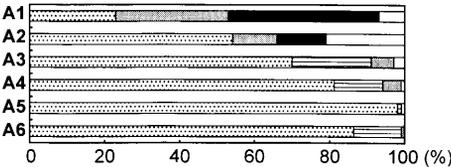
チャートは主に A2 地点より下流で認められ、A1 地点では認められない。

上流から下流にかけての全体的な特徴は、A1 と A2 地点では、閃緑岩、千枚岩とホルンフェルスの占める割合が大きい。一方、A4 地点から A7 地点までは、泥岩、砂岩、礫岩とチャートでおよそ 90% 以上を

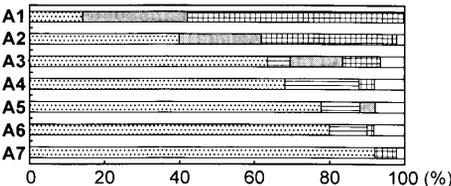
ランキングサンプル法 1996 年 (N = 100)



ランキングサンプル法 2001 年 (N = 100)

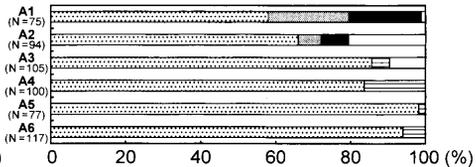


ランキングサンプル法 2007 年 (N = 50)



- 泥岩、砂岩、礫岩
- チャート
- 閃緑岩
- 変成岩
- ホルンフェルス、千枚岩
- その他

ランダムサンプル法 2001 年



ランダムサンプル法 2007 年

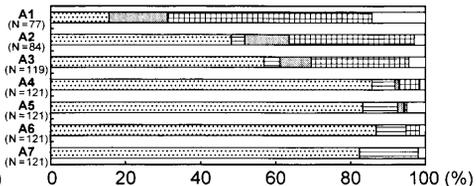


図 6 各地点における礫種構成およびその経年変化。N はサンプル個数を示す。ヒストグラム上の数値は百分率を示す。

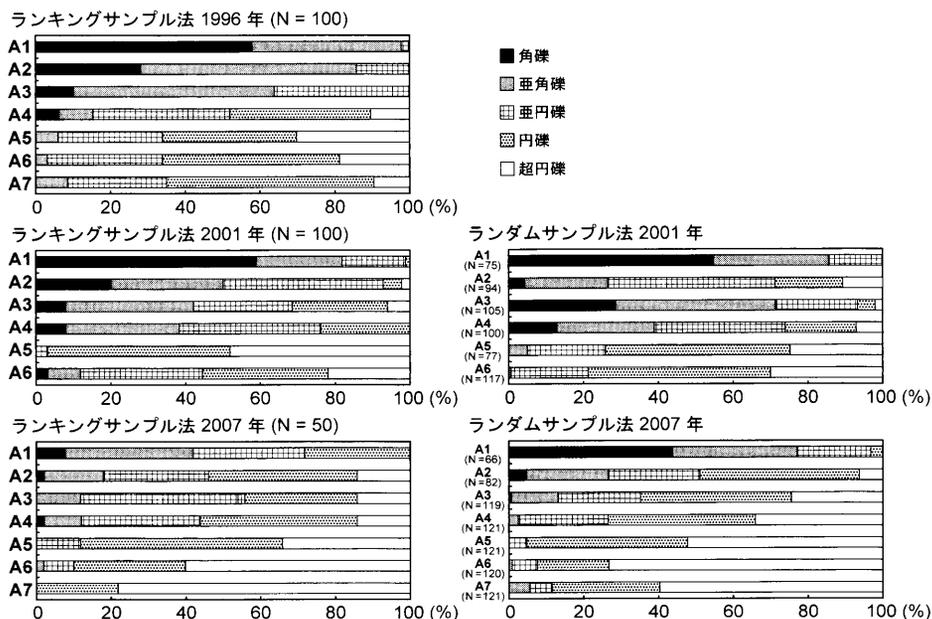


図 7 各地点における円磨度およびその経年変化。N はサンプル個数を示す。

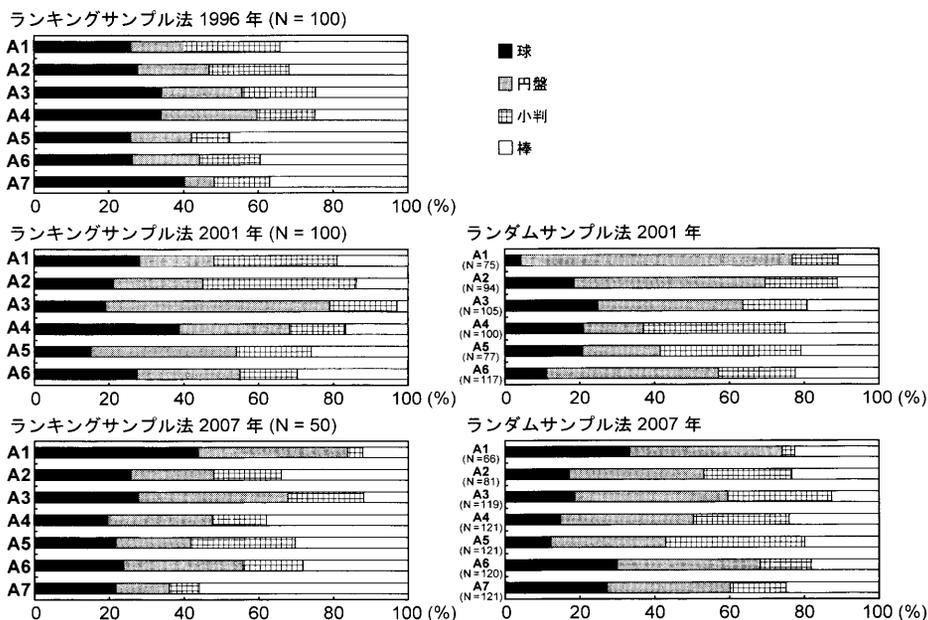


図 8 各地点における球形度およびその経年変化。N はサンプル個数を示す。

占める。このうち、閃緑岩は A1 地点から下流方向に徐々に割合が減少し、途中で認められなくなるので、岩盤として露出する分布域から離れるに従って、運搬過程で破壊、摩耗により消失したことを示すと解釈で

きる。一方、泥岩、砂岩、礫岩およびチャートは、運搬過程で消失しにくく、長距離を運搬されるものと解釈できる。

3) 円磨度

全体的な傾向として、円礫と超円礫の占有率が上流から下流にかけて増加する(図7)。このような特徴は、一般的な河川が示す傾向と同様である。したがって、円磨度は、上流から下流にかけての相対的な位置関係を知るための指標になると考えられる。特に、2001年におけるランダムサンプル法による調査結果を除き、A3からA5地点の間で円礫と超円礫の占有率が急激に増加する。これらの地点は河床勾配が大きく変わる遷急点周辺に相当することから、円磨度は河床勾配と相関があると解釈される。また、2007年におけるランダムサンプル法では、A7地点で超円礫の割合が多少減少した。これは、チャートの垂角礫が増加したことによると思われる。

4) 球形度

いずれの調査でも、サンプル法あるいは地点ごとの一定の傾向は認められない(図8)。また、これらの経年変化も読み取ることができない。これは、球形度により河川における上流-下流の相対的な位置関係を知ることは困難であることを示す。

(2) 台風に伴う増水による短期的変化

河床礫の運搬は、一般に、台風や大雨などに伴い河川が増水した際に行われることが知られている。これについて、渡部(1954, 1970, 1977)は、レンガを用いて荒川で実証的に示し、増水時におけるレンガの運搬距離に対する大きさと円磨の程度の関係について指標化した。また、廣木ほか(2006)は、河床礫が動く瞬間とその要因について述べた。これらの研究は、個々の礫の挙動について考察したものである。本論文では、

上流から下流にかけての観察地点の2007年の台風9号の増水による河床礫への影響について述べる。

1) 2007年の台風9号による増水

2007年9月7日未明に関東地方に上陸した台風9号は、記録的な雨量をもたらした。多摩川上流の小河内観測所では、降り始めからの総雨量が観測史上最大の710mmを記録した。また、中流の調布市石原水位観測所では、戦後2番目となる6.02mの水位を記録した。さらに、下流の小田急線登戸鉄橋より下流のニケ領宿河原堰では、推定最大流量が3,900 m³/秒であった。これは、この地点の年平均流量が20.40 m³/秒(国土交通省京浜河川事務所による)であることと比較すると、著しく多いことが理解される。実際に、台風通過の翌日の石原水位観測所付近では、平常時と比較すると水位の顕著な上昇により河川敷が水没する様子が観察された(図9)。

2) 調査地点での増水による影響

いずれの調査地点でも、増水により流路の周囲が大きく削剥され、多量の礫や土砂が流出したことにより、河床の変化が観察された(2007年10月11日、16日、17日の観察)(図10, 表1)。このうちA1地点では、砂防ダムの上に通じる崖が崩壊した。また、長径3mの巨礫を含め、ほとんどの礫の表面のコケが洗い流されていることが観察された。また、A2地点では、巨礫の下流側の礫がえぐられるように流されていることが認められた。さらに、増水前の調査場所が水没していた。A4地点においても、流路の変化により増水前の調査場所が水没していた。A6地点も同様に流路の変化により、増水前の調査地点である中州にアクセスすることが不可能となった。このように増

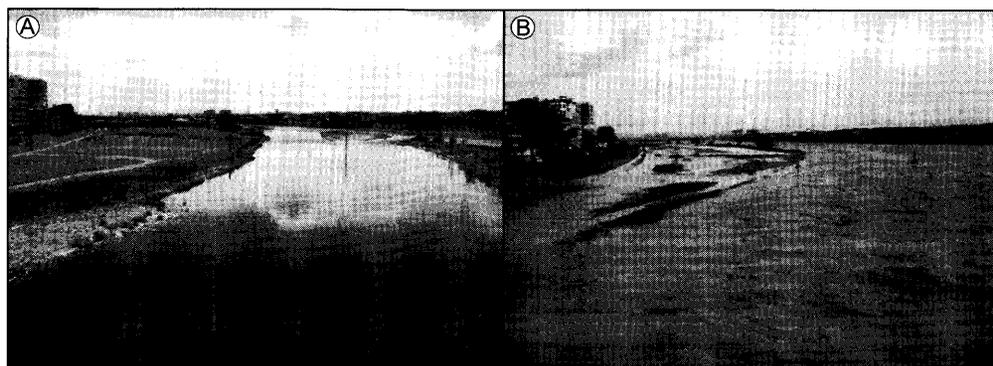


図9 多摩川原橋(東京都調布市と稲城市境)下流側の平常時(2007年8月13日)および増水時(2007年9月7日)の様子



図 10 各調査地点における平常時および増水後の様子



図 10 各地点における平常時および増水後の様子（つづき）

水前の地点と同一地点で調査が実施できなくなった場合は、その近傍を新たな調査地点として設定した。

3) 礫径

いずれのサンプル法においても、A1 から A7 の各地点における礫径の分布形態は、A4 以外の地点では平常時と増水後ではほぼ同様である（図 11, 12）。したがって、礫径の分布は、A4 地点以外では、増水による影響を受けていないことが示された。そのため、礫径分布は、河床勾配あるいは礫の運搬距離により決定されると解釈できる。

4) 礫種

全体的には、平常時と増水後のそれぞれにおいて、ランキングサンプル法とランダムサンプル法の二つの調査法の間で相違は認められない（図 13）。すなわち、礫種構成はほぼ同様で、各礫種の割合には多少の違いがある程度である。しかし、平常時と増水後と比較すると、以下に示すように礫種ごとの相違が大きく、増水時に多量の礫が移動して入れ替わりが生じたことが示される。

A1 地点では、砂岩が増加し、ホルンフェルスが顕著に減少し、順位の入れ替わりが認められた。閃緑岩

はランキングサンプル法では相違が認められないが、ランダムサンプル法での割合は増加した。

A2地点では、千枚岩とホルンフェルスの増加が認められる。A1地点周辺では千枚岩の礫の分布は認め

られないため、A1とA2地点の間に、千枚岩を供給する岩盤の露出があるものと解釈される。一方、ホルンフェルスはA1地点から運搬された可能性が考えられる(図13)。また、A1またはA2地点に比べ、A3

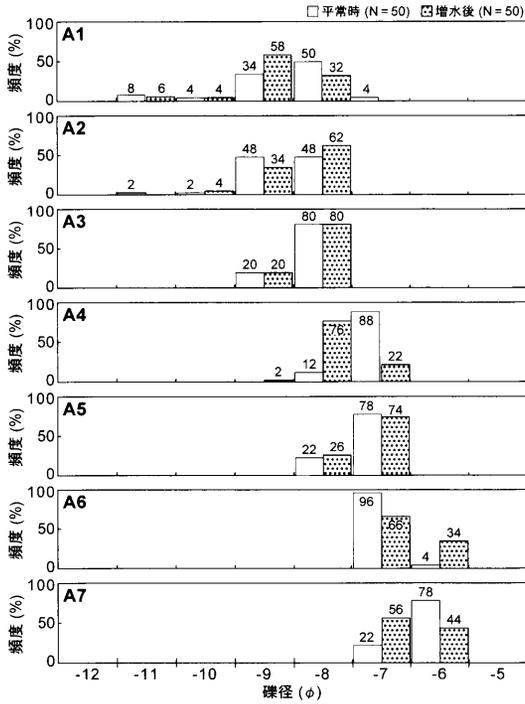


図11 ランキングサンプル法による各地点の平常時および増水後の礫径分布。Nはサンプル個数を示す。ヒストグラムの上の数値は百分率を表す。

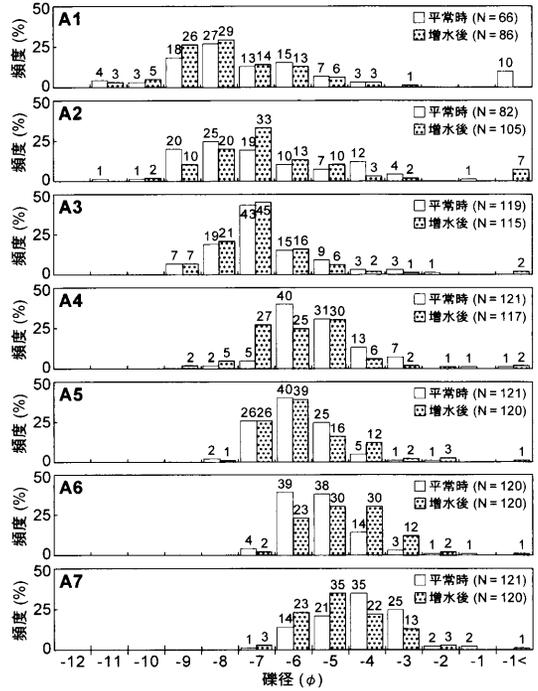


図12 ランダムサンプル法による各地点の平常時および増水後の礫径分布。Nはサンプル個数を示す。ヒストグラムの上の数値は百分率を表す。

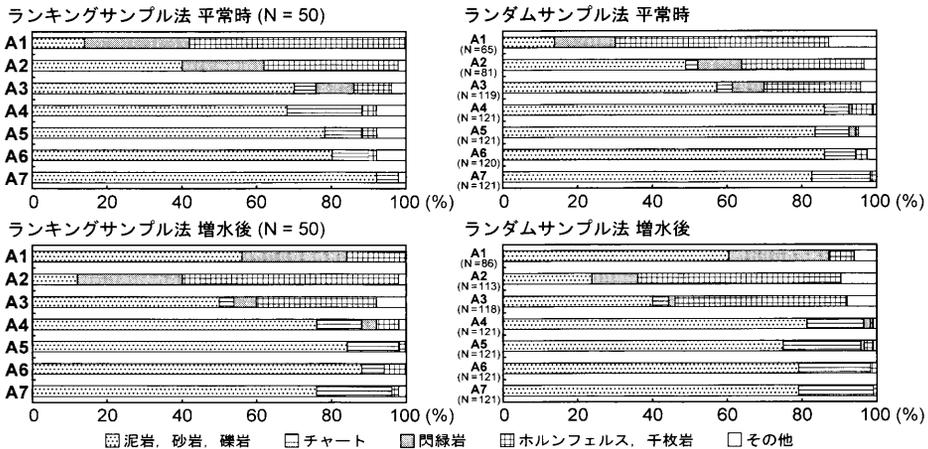
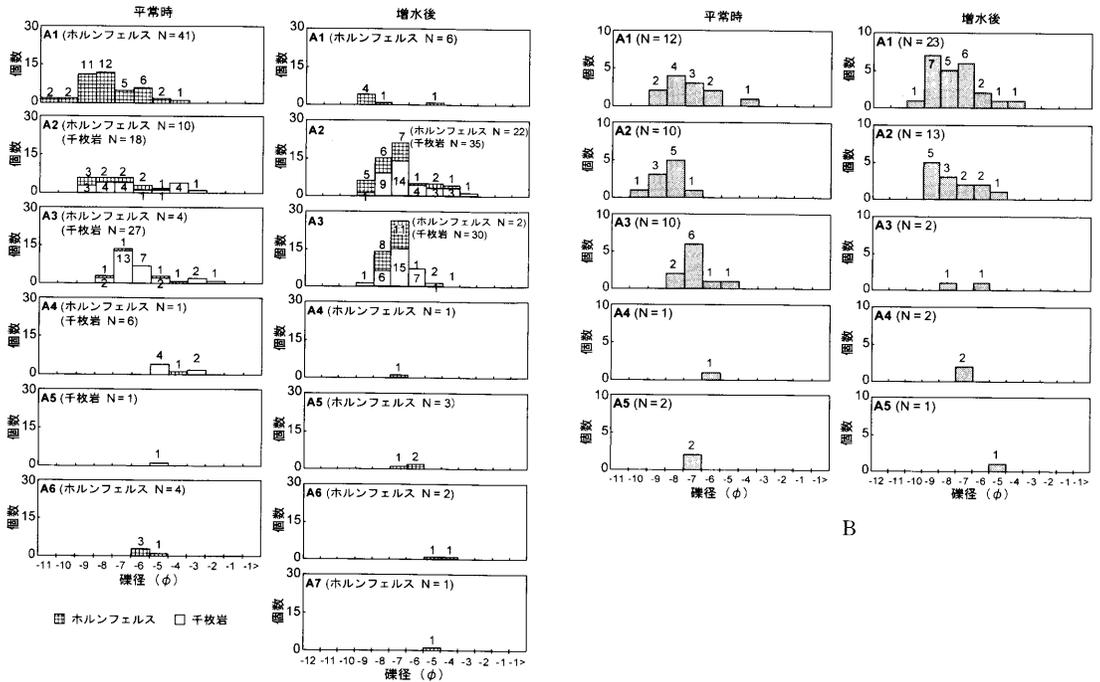
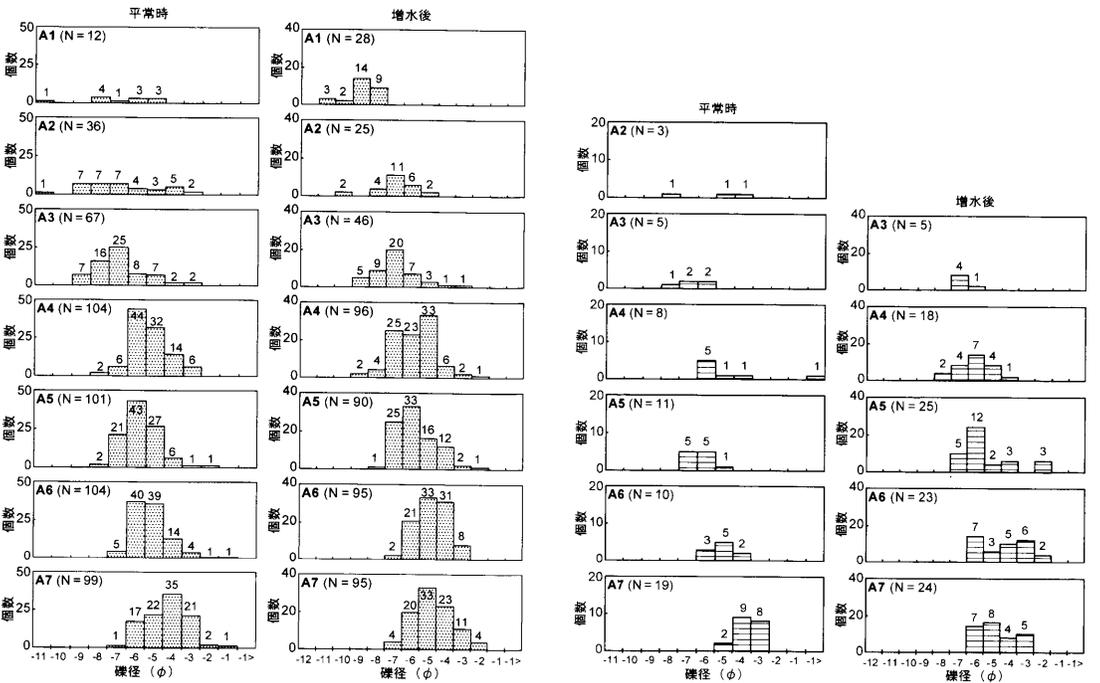


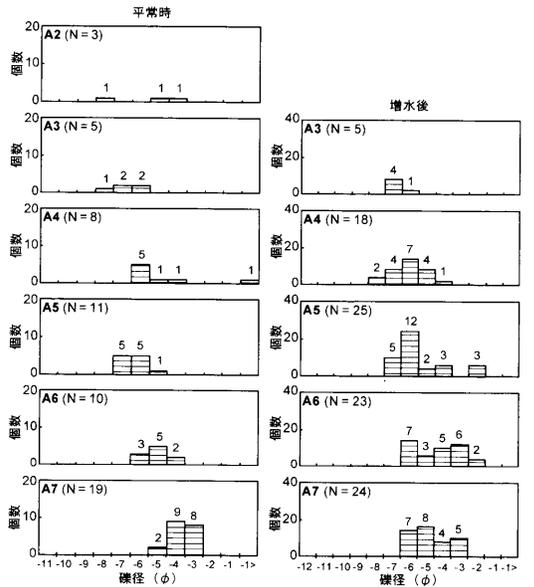
図13 各地点の平常時および増水後の礫種構成。Nはサンプル個数を示す。



A



C



D

図 14 ランダムサンプル法による礫種ごとの各地点の平常時および増水後の礫径分布. A: ホルンフェルス・千枚岩, B: 閃緑岩, C: 泥岩・砂岩・礫岩, D: チャート. N はサンプル個数を示す.

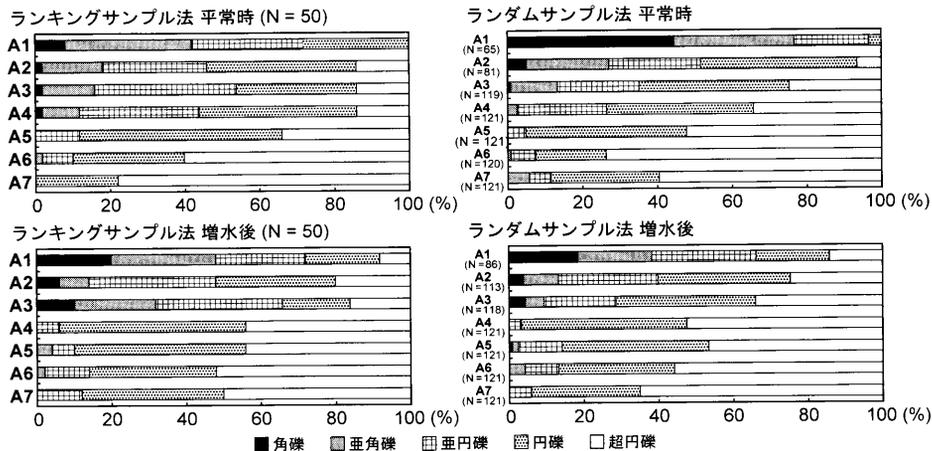


図 15 各地点の平常時および増水後の円磨度. *N* はサンプル個数を示す.

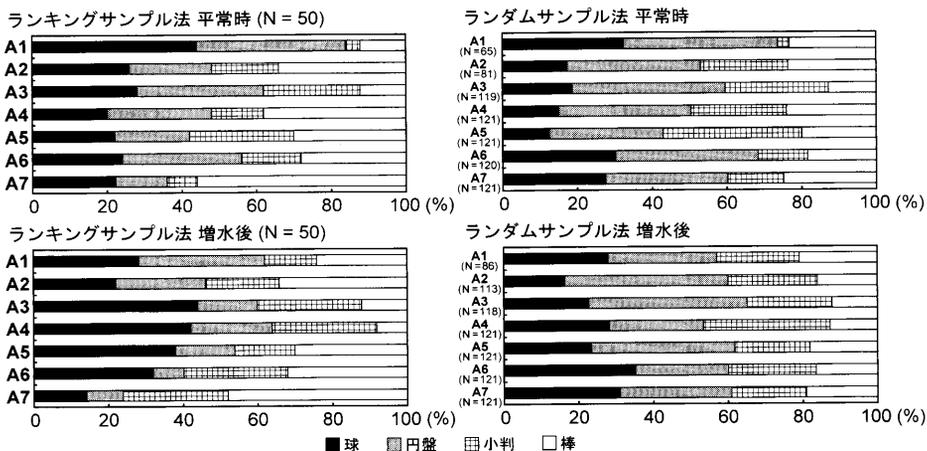


図 16 各地点の平常時および増水後の球形度. *N* はサンプル個数を示す.

地点より下流で、これらの礫の増加が少量に限られることは、これらの運搬可能な距離が短いためと考えられる (図 13).

ランダムサンプル法に注目すると、A3 より下流では、チャートの顕著な増加が認められる (図 13). すなわち、A2 地点では認められなかったものが、A3 地点より下流の地点では、いずれも相対的な分布の割合が増加したことが認められた.

その他の特徴として、平常時には観察されなかった花崗岩・頁岩などが、増水後には一部で確認された.

また、ランダムサンプル法による礫種別の礫径分布には、次のような特徴が認められる (図 14A, B, C, D). すなわち、礫径が $-7 \sim -9\phi$ の大きなホルン

フェルスが増水後に A2 地点と A3 地点で多く認められる (図 14A). これは、A1 地点から A2 と A3 地点へ運搬された可能性が高いことを示す. 閃緑岩は、A1 地点で -9ϕ 以上の礫径の大きなものが増加した (図 14B). しかし、A3 地点では -7ϕ の礫は認められなくなったので、他の礫種のものに入れ替わったものと考えられる. A4 および A5 地点では、平常時と同様増水後においてもほとんど分布は認められない. 泥岩・砂岩・礫岩は、増水後に A1 地点で -8ϕ 以上の礫径の大きなものが増加し、A2 地点で -7ϕ と -6ϕ の礫径のものが増加した (図 14C). A3 地点より下流の地点では平常時と同様増水後においてもほとんど分布は認められない. チャートは、総数が増加すると

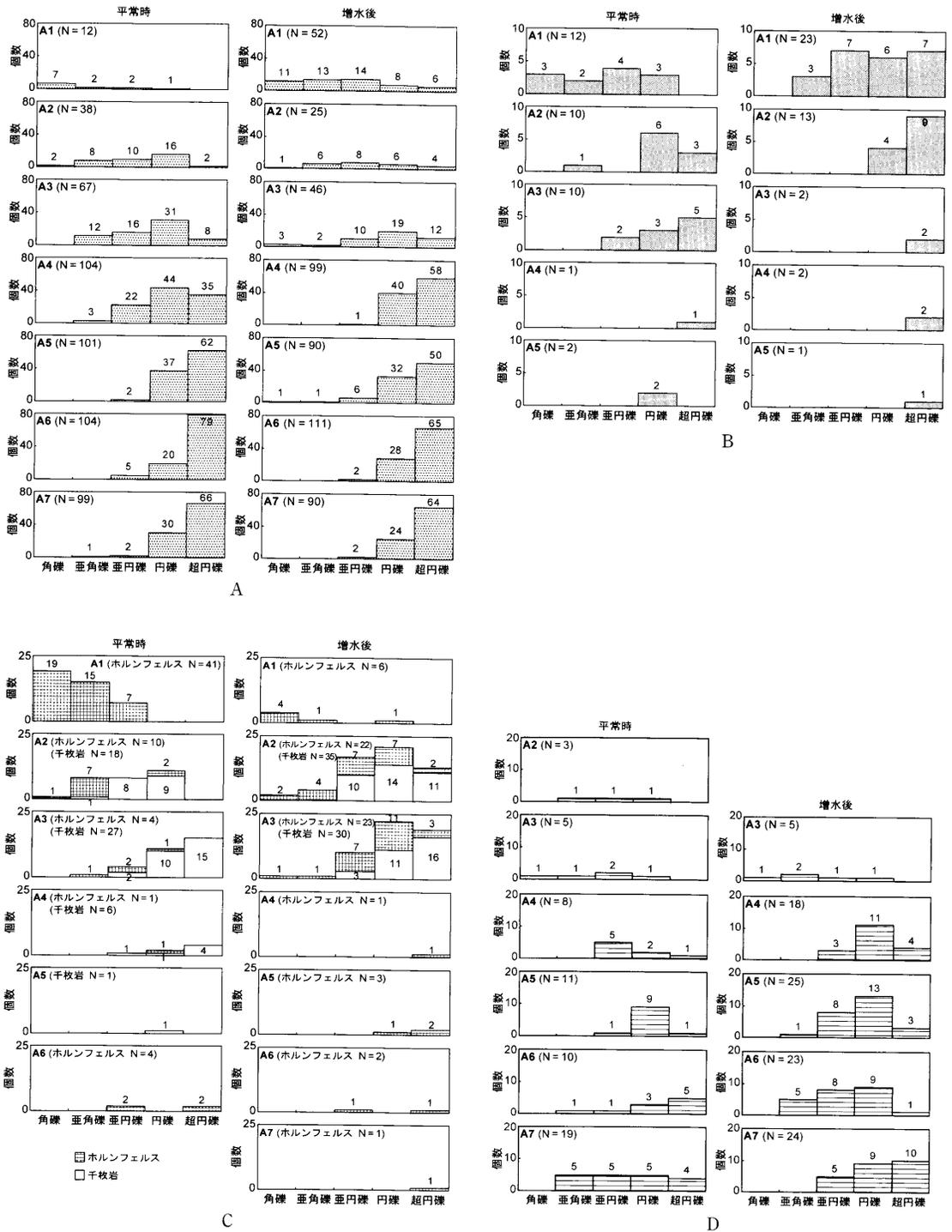


図 17 ランダムサンプル法による礫種ごとの各地点の平常時および増水後の円磨度。A: 泥岩・砂岩・礫岩。B: 閃緑岩。C: ホルンフェルス・千枚岩。D: チャート。N はサンプル個数を示す。

もに、各地点のサイズ分布が減少したことが認められる(図14D)。これらの特徴は、チャートは割れやすく細片化して下流まで運搬されるため(Kodama, 1994)、増水に伴いより上流部のものが下流側に多量に運搬されたことを示すと解釈される。

5) 円磨度

いずれのサンプリング法でも、A1からA4地点では平常時と増水後では異なる(図15)。しかし、A5からA7では平常時と増水後ではあまり異なることが認められる。特に、A1からA3では、ランキングサンプル法では角礫が増加したことが認められる。また、A4では、増水後に円礫と超円礫の割合が大きく増加したことが認められる。

6) 球形度

全体的傾向として、球と小判の割合が増加し、円盤が減少したことが認められる(図16)。しかし、球形度により各地点を特徴づけることはできないので、増水による影響についても評価できない。

7) 礫種による円磨度の変化

平常時と台風による増水後における礫種別の円磨度の変化に注目すると、次のような特徴が認められる(図17A, B, C, D)。すなわち、A1地点では円磨度の低い礫岩・砂岩・泥岩と円磨度のやや高い閃緑岩が供給され(図17A, B)、A2地点では円磨度の高い千枚岩が供給されたことが読み取れる(図17C)。このため、A1地点に多く堆積していた円磨度の低いホルンフェルスは、摩耗しながらA2地点・A3地点まで運搬されたことを示すと考えられる。さらに、ホルンフェルスは摩耗してA7地点まで運搬されたものもあるが、千枚岩が認められたのはA4地点までである。

砂岩は、上流では角礫～超円礫まで幅広く分布するが、A4地点より下流ではほとんどが円礫・超円礫である(図17A)。このような砂岩の円磨度の変化は、「流れる水のはたらき」をよく表していると考えられる。チャートは、A3地点では増水後と平常時の円磨度は同様である。しかし、A4より下流地点では、増水後は亜円礫、円礫と超円礫の割合が増加したことが認められる(図17D)。

5. 河床礫の特徴の経年変化

(1) ランキングサンプル法による最大礫径の変化

礫径は、前述のように全体としてはあまり大きな経年変化は示さない。一方、ランキングサンプル法による結果に注目すると、A1地点からA4地点にかけて

の最大礫径は、11年を通じて比較的増加傾向にある(図3)。運搬力は水深と河床勾配に比例することから(山本, 1994)、河床勾配が一定の地域では、水深の増加に伴って、1回の増水により運搬される礫の大きさも増加すると考えられる。したがって、秋川・多摩川の上流部では、河床の深掘れによって徐々に水深が深くなる傾向にあると考えられる。また、A6地点では礫径が減少したが、この地点は瀬・淵安定区間に相当する(多摩川河川相談室, 2005)。一方、A6地点より上流では不安定区間になっており洪水のたびに瀬と淵の位置を変える。したがって、A6地点より上流で大きな礫が堆積し、A6地点までは運搬されにくいと解釈できる。

(2) 礫種の変化と分布傾向

全体的な傾向として、上流部の礫種構成の経年変化が大きく、調査のたびに占有順位が異なることが認められる(図6)。このうち、A1地点において最も順位の高いものに注目すると、1996年は閃緑岩、2001年はホルンフェルスを含む変成岩、2007年(増水後)には砂岩である。同様にA2地点では、1996～2007年(平常時)のいずれの場合も砂岩が1位であるのに対し、2007年の台風による増水後には千枚岩・ホルンフェルスである。これは、増水のたびにかけ崩れなどで供給源が変化したことが要因であると考えられる。しかし、このような上流での変化はより下流域では認められない。すなわち、A4地点より下流では、主に砂岩が卓越することで特徴づけられるとともに、この傾向は経年変化も示さず一定であることが理解される。

(3) A4地点の特殊性

A4地点だけに認められるいくつかの注目すべき特徴がある。すなわち、

- ランキングサンプル法による最大礫径は、この地点を境界として上流側では増加傾向、下流側では減少傾向が認められる。
- 台風による増水後に礫径と円磨度が大きく変化した。
- 調査ごとの礫径の変化が大きい。
- 上流部に分布する閃緑岩・千枚岩がこの地点を境として下流ではほとんど認められない。

このような特徴の要因として、以下の3点が考えられる。すなわち、

1. 武蔵五日市駅よりやや下流の網代付近で、秋川は

表2 およそ60年前の調査に基づく多摩川堆積物分布の積算曲線から読み取れる中央粒径（谷津・大塚，1948），と2007年のランダムサンプルによる平均粒径

| 谷津・大塚(1948) | | | 本研究(2007) | | |
|-------------|-------------|---------|-----------|-------------|---------|
| 地名 | 河口からの距離(km) | 中央粒径(φ) | 地点 | 河口からの距離(km) | 平均粒径(φ) |
| 青柳 | 37.6 | -6.1 | A5 | 34.6 | -6.1 |
| 二子玉川 | 16.6 | -5.3 | A6 | 18.0 | -5.1 |
| 丸子多摩川 | 12.1 | -5.1 | A7 | 13.2 | -5.1 |

山間部から平野部に流れ出る。この場所は、河床勾配が変化する遷急点である。

- この付近の川幅は、2 km ほど上流の網代付近より2倍に広がる。
- 付近に堰が6カ所および堤防などの施設がある。

秋川は、網代付近を境に河床勾配がさらに緩くなり、川幅の狭い山地河川から川幅の広い平野河川の特徴を呈する。そのためこの付近では、河川の掃流力が減少し、上流から運搬された礫が堆積するものと解釈される。さらに、堰の存在も堆積物の運搬を妨げる要因の一つと考えられる。

6. ランダムサンプル法によるデータの教材化への可能性

ランダムサンプル法による結果でも、ランキングサンプル法による結果でも、基本的には上流から下流へと礫の大きさや円磨度が変化することを示す（図4A, B, 図11）。ただし、平均礫径の標準偏差の幅は、ランキングサンプル法の方が小さくなるので、サンプリングによる偏りは小さくなる。その意味において、ランキングサンプル法による礫径分布の様式は、特徴的な上流-下流変化を示す。すなわち、上流から下流まで、礫の大きさの変化の特徴が明瞭に示される（図4A）。また、上流は大きいものから小さいものまで幅広く分布し、下流では小さなものの分布に限られ、中流域はこれら上流と下流の中間的な分布形態を示すことが明確に認められる（図3, 11）。一方、ランダムサンプル法による平均礫径分布の特徴は、上流から下流へ小さくなる傾向は認められるが、標準偏差の幅が大きいことである。そのため、ランキングサンプル法による結果と比べ、必ずしも上流-下流方向に減少せず、経年変化も大きいことを示す（図4B）。なお、ランキングサンプル法による結果も上流から下流へ小さくなる傾向は認められるのは、ランキングサンプル法に用いる区

画と同じ区画を用いるためである。ランキングサンプル法に用いる区画は、調査地点で最も大きな礫を含むことを条件にしているので、ランダムサンプル法では最も大きな礫が測定される確率が高くなるように設定することが必要である。

上記のような特徴から、上流から下流への礫径の変化の特徴をとらえるためには、ランキングサンプル法によるほうが優れていることが示された。しかし、授業実践として、多くの児童にランキングサンプル法を用いて、サンプリングさせることは困難である。そのため、ランダムサンプル法によるほうが児童の足下にある石を拾うだけのサンプリングで済むのでより自然である。指導に当たる教師はサンプリング法の相違による特徴を理解することと、サンプリングでは最も大きな礫が測定される確率が高くなるように設定することが必要である。

表2は、A5, A6, A7地点のランダムサンプル法による1948年（谷津・大塚，1948）と2007年の平均粒径の比較を示したものである。これらは、ほぼ同じ値を示す。この期間に多摩川では盛んに砂利採取が行われてきたにもかかわらず、多摩川の河床礫の粒径は60年前とほぼ変化がないことが示される。したがって、この結果を用いれば、より長期間での大きさの比較も可能である。すなわち、このような特徴からも、秋川-多摩川の河床礫は教材として有効に活用できると考えられる。

7. 結論

秋川-多摩川に分布する河床礫の特徴の空間的・時間的な変化について検討した。その結果、礫径と円磨度は、上流から下流にかけて特徴的に変化することが認められた。このような空間的变化は、主に河床勾配の変化と相関があると考えられる。また、これらの長期的・短期的変化に注目すると、いずれも変化が少な

く、一定の特徴が維持されていることが示された。一方、礫種構成は、空間的・時間的変化が大きいことが認められた。これは、礫種による供給源の分布とその変化、あるいは摩耗・破壊の程度の相異など複数の要因が考えられる。したがって、これらを基に、礫径や円磨度の特徴に注目し、河床礫を教材とするより発展的な授業の展開が可能と考えられる。すなわち、礫径や円磨度の測定を伴う活動によって、児童・生徒が自ら結果を導き出せるような授業展開が期待され、「流れる水のはたらき」をより効果的に理解できるものと考えられる。ただし、指導に当たり、ランダムサンプル法による結果とランキングサンプル法による結果の意味を理解し、用いるデータが得られたサンプリング法を確かめ、そのうえで授業実践にあたる必要がある。

謝 辞 東京学芸大学松川研究室の学生諸氏には、野外調査において多数のご協力をいただきました。厚くお礼申し上げます。匿名の2名の査読者からは、的確なご指摘をいただき、本論文が改善されました。御礼申し上げます。

引用文献

- 廣木義久・坂本 綾・吉川 剛 (2006): マーキング法による河川礫の移動調査: 川の増水による礫の移動を実感させるために。地学教育, **59**, 121-129.
- 板場 修・馬場勝良・小荒井千人・松川正樹 (2000): 自然の多様性から生じる児童の認識の違い—太平洋側と日本海側にある3つの河川の河床礫の特徴を例として—。地学教育, **53**, 9-24.
- Kodama, Y. (1994): Experimental study of abrasion and its role in producing downstream fining in gravel-bed rivers. *Journal of Sedimentary Research*, **A64**, 76-85.
- Krumbein, W. C. (1934): Size frequency distributions of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, **4**, 65-77.
- 松川正樹・伊藤大介・田野倉訓郎 (1997): 五日市町層群(中新統)の堆積環境と産出化石の多様性の変化。東京学芸大学紀要, 第4部門, 数学・自然科学, **51**, 67-76.
- 松川正樹 (2002): 秩父地方の地質野外見学と実習—地球表層部2億年の旅—。国際文献印刷社, 東京, 62 p.
- 松川正樹・柿沼宏充・馬場勝良・大平寛人 (2006): 関東平野西縁に分布する鮮新—更新統の層序と対比の再検討。東京学芸大学紀要自然科学系, **58**, 173-202.
- 文部科学省 (2008): 小学校学習指導要領。東京書籍, 東京, 237 p.
- 中山正民 (1952): 河川礫の大きさの分布に関する研究。地理学評論, **25**, 408.
- 中山正民 (1954): 多摩川における礫の円磨度について。地理学評論, **27**, 497-506.
- Pettijohn, F. J. (1975): *Sedimentary rocks* (3rd edition). Harper & Row, New York, 628 p.
- Rice, S. (1999): The nature and controls on downstream fining within sedimentary links. *Journal of Sedimentary Research*, **69**, 32-39.
- 酒井 彰 (1987): 地域地質研究報告5万分の1図副, 五日市地域の地質。地質調査所, 75 p.
- 阪口 豊・高橋 裕・大森博雄 (1995): 日本の川。岩波書店, 東京, 265 p.
- 多摩川河川相談室 (2005): 多摩川の環境と川づくり一人と自然の共生をめざして—。国土交通省関東地方整備局京浜河川事務所, 33 p.
- 渡部景隆 (1954): 河原の石の取り扱いについての私見。地学教育, **28**, 16-18.
- 渡部景隆 (1970): 河水の作用。藤本治義・柴田秀賢(編), 地質学ハンドブック, 7版。朝倉書店, 東京, 268-273.
- 渡部景隆 (1977): かわらの石の科学。岩崎書店, 東京, 56 p.
- Wolman, M. G. (1954): A method for sampling coarse river-bed material. *American Geophysical Union Transactions*, **35**, 951-956.
- 山本晃一 (1994): 沖積河川学—堆積環境の視点から—。山海堂, 東京, 470 p.
- 谷津榮壽・大塚彌之助 (1948): 多摩川の堆積物について。地質学雑誌, **54**, 631-633.
- Zingg, Th. (1935): Beitrage zur Schotteranalysis. *Mineralogische und Petrographische Mitteilungen Schweiz*, **15**, 39-140.

松川正樹・江澤圭子・小野郁子・西田尚央: 秋川-多摩川水系における河床礫の特徴の経年変化: その教材化としての意義 地学教育 63 巻 2 号, 57-73, 2010

〔キーワード〕 河床礫, 礫径, 円磨度, 経年変化, 秋川-多摩川, 教材としての意義

〔要旨〕 1996~2007 年の 11 年間に実施した秋川-多摩川水系の同一地点での河床礫の分布様式の経年変化を検討した。さらに、この間の台風による増水の影響による短期的な変化を検討した。その結果、礫径と円磨度は、上流から下流へ変化することが認められるが、時間的変化の少ないことが示された。また、礫種構成は、空間的・時間的変化の大きいことが認められた。したがって、これらの特徴に注目すると、探求的活動を伴った授業展開が可能と考えられ、「流れる水のはらたき」の理解がより促進されるものと期待される。

Masaki MATSUKAWA, Keiko EZAWA, Ikuko ONO and Naohisa NISHIDA: A Secular Change of River Gravels Along the Akikawa-Tamagawa River System in Tokyo, Based on Observation between 1996 and 2007, and its Significance as a Teaching Development. *Journal of Education of Earth Science*, 63(2), 57-73, 2010

元本学会会長 平山勝美先生のご逝去を悼む



昭和 61 年から平成 6 年まで本学会会長を務められました、立教大学名誉教授、理学博士平山勝美先生が、平成 15 年 4 月 28 日、脳梗塞にて逝去されました。追悼の辞が諸般の事情で遅れて、誠に申し訳なく思いますが、ここに改めて先生を偲びたいと思います。

先生は東京都のご出身で、立教工業専門学校地質探鉱科を卒業後、東京文理科大学地質学鉱物学学科を卒業し、引き続き特別研究生として前期 3 年を修了されました。

その後、先生は、母校である立教大学に就職され、35 年間にわたって勤め、定年退職時に立教大学名誉教授に任命されています。定年後も非常勤として平成 9 年まで勤められました。

先生の研究分野は、阿武隈山地周辺の第三系の軟体動物化石を手がかりとした層位学的研究です。それらの研究結果がまとめられ、「阿武隈山地東縁に分布する第三系の地質学的研究」で、東京教育大学から理学博士の学位が授与されています。

先生が、本学会会長に就任された昭和 60 年代は、高等学校生徒の急増に応じ、高等学校の教科、科目の多様化と選択の幅が広がりました。当時、既に環境教育における地学の重要性が声高く叫ばれていたのにもかかわらず、大学入試科目や地学担当教師不足などの理由で高校地学履修者が急速に減少していました。

このような状況の中で、先生は会長として地球環境の保全を目指した理想を掲げ、地学教育の振興と発展に惜しみない努力を払われました。

この間、日本教育連合会会長も兼任され、行事として「産業界が理科教育に何を望むか」というシンポジウムを企画立案され、実施されたことも記憶に残るところです。

先生の本学会の仕事で特筆すべきことは、本学会誌「地学教育」の編集事務です。東京文理科大学では、卒業時に特別研究生になった者は、藤本治義先生が会長を務める日本地学教育研究会（後の日本地学教育学会）の事務を担当するのが不文律になっていました。特別研究生になられた先生は、先輩の特別研究生とともにその庶務、会計、編集を担当されていました。

先生の最も大きな仕事は、学会の機関誌である「地学教育」の編集、発行です。原稿依頼、割り付け、業者との折衝、校正等多くの手間と時間を要する仕事に携わられました。

先生は大変な能筆かつ美しい文章を速く書かれる方で、それらの仕事を的確に処理されていました。そしてその仕事を、恐らく 20 年以上に渡って、黙々と続けられていました。このことを知る人は、ごく僅かですが、故渡部景隆名誉教授（元本学会会長）はこれらのことをよくご存じで、亡くなられる前年、平山夫人に深く感謝されていました。

先生は、博学、強記で、地学的事項のみならず、多くの事柄をよく記憶され、私たち後輩を驚かせたものです。また、物づくりの大変な器用さを有する方で、先生が特別研究生の頃、木工細工を見せていただいたことがありますが、その巧みに驚かされたものです。しかも、あまり良い道具を用いていないことを知り、再度驚いたものです。

長寿社会といわれる現在、享年 75 歳は早すぎのご逝去です。会長退職後も、課題山積のわが国の地学教育の振興に長く御尽力いただきたかったのに、残念の極みです。

ここにご生前のお仕事の一端を紹介して、その労にいきさかでも報いるとともに、先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

(小林 学)

元本学会会長 渡部景隆先生のご逝去を悼む



昭和45年から昭和55年に至る10年間、本学会会長を務められました筑波大学名誉教授 渡部景隆先生が、平成22年1月10日、多臓器不全で逝去されました。享年94歳でした。

先生は、秋田県男鹿のご出身で、秋田師範学校を卒業後、東京高等師範学校理科三部、東京文理科大学 地質学鉱物学科を卒業されました。

卒業後、北海道第二師範学校に勤務され、その後東京高等師範学校、東京文理科大学に移られました。大学名は、その後東京教育大学、筑波大学と変わりましたが、引き続き勤められました。定年後に筑波大学名誉教授に任命されています。

先生の研究分野は、関東山地東縁の第三系の地質学的研究で、それらの成果をまとめて、昭和28年に理学博士を授与されています。

その後、先生は応用地質の研究も進められ、地下水やダムの埋没に関する河川の堆積作用などに精力的に取り組みられ、その研究意欲は衰えることはありませんでした。

先生が会長になられたのは昭和45年からですが、日本地学教育学会の前身である日本地学教育研究会の発足の昭和の20年代から、深く関与されていました。

戦後発足した高校地学は、他の科目、物理・化学・生物と肩を並べて設定されたものの、多くの問題を抱えていました。地学教育の内容とその体系化、担当教員養成等多数の問題がありました。

昭和30年代、高等学校理科必修の機運とともに、地学を分けて他の科目に入れるという地学解体論が出されました。当時、先生は助教授でしたが、解体により地学の独自性である総合的な自然観の欠如等を掲げ、広く精力的に啓蒙活動に当たられました。こうして2単位ではありますが、地学2単位必修の教育課程ができました。しかし、その後、高等学校多様化にともない再び選択履修に戻っています。

先生が本学会会長になられた頃は、世界的に理科教育の改革運動が始まっていました。先生は、それらの動向を早くから見定め、地学教育の改革に取り組み広く関係学会にも働きかけて、地学の基本的な概念や基礎的な事項を明らかにし、総合化、体系化を図られました。

教育行政関係では、文部省の大学、高等学校関係の各種委員を委嘱され、昭和50年には、教育課程審議会で、高等学校教育課程分科審議会委員を勤められました。文部省の関係者はこれらの活動を通じて、先生の学識、誠実さ、真摯な人柄に絶大な信頼を寄せていました。

先生は、筑波大学退職時、本学会に多額の御寄付をされ、日本地学教育賞の基を作られました。また、国際地学オリンピックの実施に当っても出資されています。さらに最近また多額の御寄付を学会にされ、本学会に限りない愛を示されています。

平成2年4月、勲三等旭日中綬賞を授与され、また平成22年1月には、従四位を受けられています。

先生は、まさに温厚、誠実な人柄で学生の指導は、懇切丁寧そのものでした。地質の野外観察では、学生と徹底的に議論され、現在いうところの探求の過程のまさに実践者でした。

戦後の跡が、まだ残っていた昭和25年、人々は皆貧しい生活をしていました。私たち学生も巡検に参加するのは、経済的にも大変でした。

先生に連れられて、長野、南佐久の巡検の折、休憩時、先生のリュックから、サクマのドロップの缶を出され、私達学生に配ってくださいました。当時、先生の給料も決して十分ではなかったはずですが、先生の優しさが今でも心に残っています。

先生は、最近土浦市の郊外で、自然を楽しみながら、規則正しい生活をされ、教え子達の来訪を楽しんでおられました。

研究者、そして教育者として悔いのない人生を送られたと思っています。

先生のご冥福を心よりお祈り申し上げます。

(小林 学)

学会記事

第5回 常務委員会議事録

日時: 平成22年2月5日(金) 18時10分~20時00分

場所: 国際文献印刷社 会議室

出席者: 牧野泰彦・馬場勝良・渋谷 紘・岡本弥彦・濱田浩美・高橋 修

議題:

1. 平成22年度評議員会および総会について

平成22年度評議員会は平成22年4月17日(土)10時から、平成22年度総会は13時より東京学芸大学二十周年飯島記念会館で開催する。終了後、地学教育フォーラムを14時から開催。フォーラムの内容については未定。

2. 平成22年度以降の大会について

平成22年度鹿児島大会実行委員長八田明夫副会長から鹿児島大会の進捗状況の報告があった(高橋代読)。第一次案内を次号「地学教育」誌に掲載予定。平成23年度広島、平成24年度岩手に交渉中。以降は未定。

3. 入会者・退会者について

入会者4名・退会者5名が承認された(平成22年2月3日現在: 名誉会員5名, 正会員537名, 学生会員18名, 在外会員3名)。

入会者: 青木秀則(茨城)・加藤裕之(神奈川)・井上貞行(京都)・風見敏男(東京)

退会者: 森本英利・石沢 剛・伊東昌市・下畑五夫・末包鉄郎

物 故: 渡部景隆・西宮克彦

4. その他

1) 大学入試センター試験問題検討委員会を、南島正重会員・内記昭彦会員を中心に組織し、本年度も検討を行うこととした。

2) 各種委員会(庶務・会計・編集)および委員の再編について、次回常務委員会までに渋谷紘常務委員長が原案を作成することになった。

報告:

1. 各種常置委員会から

1) 編集委員会(代読: 馬場勝良副会長)から、62-1号の編集状況について報告があった。

2) 教科「理科」関連学会協議会(CSERS)が主催したシンポジウム(日本化学会館講堂)の報告が馬場勝良副会長からあった。本会からは、内記昭彦委員および宮嶋敏会員が講演を行った。

2. 寄贈交換図書

・日本理科教育学会(2009): 理科の教育, 通巻688号・689号

・日本理科教育学会(2010): 理科の教育, 通巻690号・691号

・産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2009): 地質ニュース, 第664号

・産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2010): 地質ニュース, 第665号・666号

・立正地理学会(2009): 地域研究, 90号, Vol. 50

・熊本地学会(2009): 熊本地学会誌, no. 152

* 次回第6回常務委員会は4月9日(金)開催。

編集委員会より

昨年に比較して論文の投稿数が増加していますが、原稿不足の解消には至っておりません。引き続き皆様のご投稿をお待ちしています。

平成 21 年度に査読をお願いした方々は以下のとおりです。ご多忙の中、査読をお引き受けいただきましたことに厚く御礼申し上げます。

岡本弥彦, 尾久土正巳, 川村教一, 坪内秀樹, 富田晃彦, 中川清隆, 中条武司, 西浦慎悟, 西田尚央, 根本泰雄, 馬場勝良, 濱田浩美, 林 信太郎, 廣木義久, 宮脇亮介, 森 厚, 森本信也

編集委員: 松川正樹 (委員長), 青野宏美, 天野和孝, 伊藤 孝, 大久保 敦, 柗原礼士, 小荒井千人,

柴田健一郎, 土橋一仁, 林 慶一, 林 武広, 三次徳二, 南島正重, 山崎謙介, Jim W. Haggart

地 学 教 育 第 63 卷 第 2 号

平成 22 年 3 月 25 日印刷

平成 22 年 3 月 30 日発行

編 集 兼 日 本 地 学 教 育 学 会
発 行 者 代 表 牧 野 泰 彦

〒263-8522

千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33

千葉大学教育学部理科教育教室内

電話 & FAX 043-290-3682 (濱田)

振替口座 00100-2-74684

印 刷 所 株式会社 国際文献印刷社

169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-8-8

電話 03-3362-9741~4

EDUCATION OF EARTH SCIENCE

VOL. 63, NO. 2

MARCH, 2010

CONTENTS

Original Articles

- Development of Handmade Instrument for Experiments on
Deposition and Reproduction of Sedimentary StructuresRyozo TOMINAGA... 45~56
- A Secular Change of River Gravels along the Akikawa-Tamagawa River System in
Tokyo, Based on Observation between 1996 and 2007, and its Significance as a
Teaching Development
.....Masaki MATSUKAWA, Keiko EZAWA, Ikuko ONO, and Naohisa NISHIDA... 57~73

Obituaries

- Dr. Katsumi Hirayama.....Manabu Kobayashi... 75
- Dr. Kagetaka Watanabe.....Manabu Kobayashi... 76

Proceeding of the Society (77)

All communications relating this Journal should be addressed to the
JAPAN SOCIETY OF EARTH SCIENCE EDUCATION

c/o Faculty of Education, Chiba University; Chiba-shi 263-8522, Japan