

矢作川の瀬における2000年9月出水後の河床砂礫の粒径

Size of the bed material at riffles in the Yahagi River after a flood in September 2000

内田臣一[†], 大村泰章[†], 神尾孝弘[†], 守屋良平[†]

Shigekazu UCHIDA, Yasuaki OOMURA, Takahiro KAMIO, and Ryouhei MORIYA

Abstract: Size of the bed material was measured at riffles of seven stations in the Yahagi River, Aichi Prefecture, Honshu, Japan from October to December 2000 just after a great flash flood on 12 September 2000. The material was sampled from three layers of the bed: 1) the extreme surface layer, 2) the second layer beneath the extreme surface, and 3) the deep layer below ca. 30 cm depth up to the depth of 45-50 cm. The thickness of the extreme surface and the second layers was adjusted at the depth of maximum diameter of the gravel in each layer. The material was chiefly gravel, and its mean size tended to decrease downstream except the relatively fine size at a station slightly up an artificial reservoir. The size also tended to decrease from the extreme surface to the deep layer at every station. This vertical structure of material size did not show any apparent difference between the stations up and down the artificial reservoir.

1. はじめに

近年、矢作川中流部（愛知県豊田市付近）の河床はアーミング（河床表層の粗粒固化）が進み、大形糸状藻カワシオグサの繁茂など底生生物への影響が懸念されている。そのような状況のもと、2000年9月12日の東海豪雨での出水によって河床はかき乱され、底生生物にかなりの影響があったと予想される。このように出水後底生生物が少なくなった状態から、どのように回復するかを調べた研究は日本では少ない。また、生物のうち底生動物の回復には河床砂礫の状態の変化が大きく関わっていることが推測されている¹⁾が、実際に砂礫の状態を底生動物と合わせて調べた研究は日本ではないと思われる。そこで私たちは、この出水後、河床砂礫の粒径と底生動物を調査し、どのような状態の河床で底生動物が回復していくかを調べることにした。

本報告ではそのうち、調査結果の解析が終わった出水直後の河床砂礫の粒径について報告する。底生動物の回復については別に稿を改めて報告したい。

なお、本報告は大村、神尾、守屋が主に内田の指導のもとに履修した愛知工業大学工学部土木工学科水工研究室2000年度卒業研究の成果の一部に内田が加筆したものであり、また、豊田市矢作川研究所の河川環境復元総合調査研究事業（矢作川古叢プロジェクト）の成果の一部である。

2. 矢作川の河床低下

ここで問題としている河床のアーミングは、よく知られている矢作川中・下流の河床低下と関係が深いと思われる。図1は国土交通省豊橋工事事務所の資料により、1962・1980・1996年の平均河床高を計画河床高との差で示したものである（ただし、河床高の値には縦の破線で区切られた区間ごとに隣り合う3測点の単純移動平均を施してある）。これを見るとアーミングが問題となっている豊田市付近（図の右端部分）では近年の河床低下は顕著ではない。

3. 河床砂礫

3・1 調査方法

矢作川の7地点において、河床砂礫を採取した。調査は表層砂礫と深層砂礫に分けて行い、表層は10月、12月、深層は11月に調査した。

表層砂礫については、各地点で50 cm×50 cm方形枠（図2）を早瀬に設け、その下流側に網目内径約0.8 mmの手網を受けて、河床砂礫を採取した。表層を1層目とその下の2層目とに分けて採取し、1層目と2層目の厚さはそれぞれ、その層の大きめの礫の粒径程度とした（図3）。これを同様な環境下において4回おこない、合計1 m²の採取面積とした。

なお、この方法は河川工学の分野で一般に推奨されている河床表層砂礫の調査方法^{2), 3), 4)}とは試料の採取法が

[†] 愛知工業大学 工学部 土木工学科（豊田市）

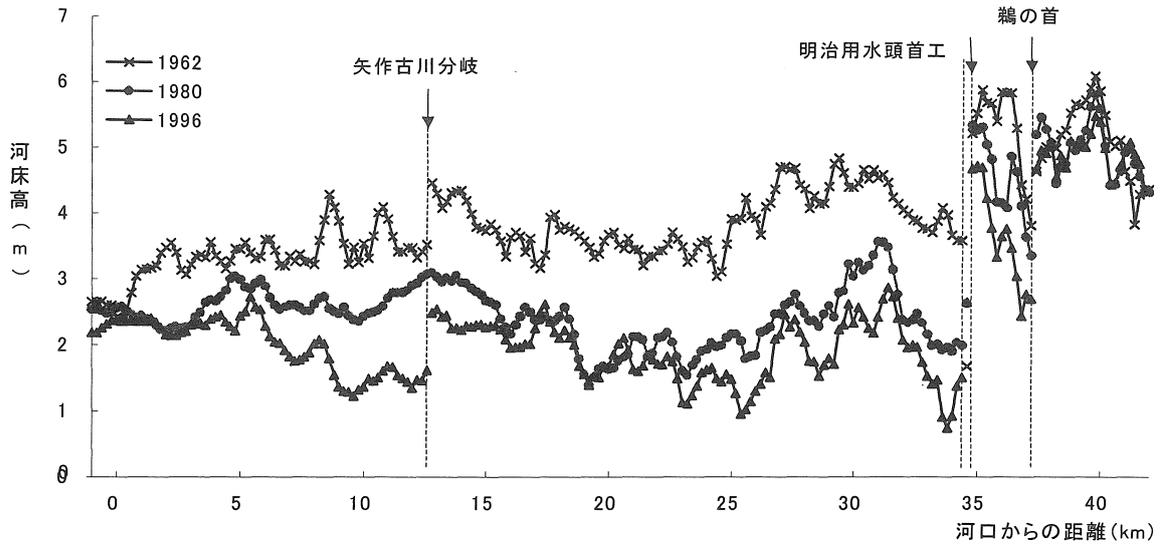


図 1 矢作川本川の河床高 (平均河床高 - 計画河床高) の経年変化

異なる。この研究では河床砂礫とその表層付近を生息場所とする底生動物との関係を探ることに目的がある。底生動物は河床表層の礫の上面より下面、さらにその直下の層を好んで生息するので、最表層の礫だけでなく、その直下の礫の状態に生息環境が左右されると考えられる。上記の一般的な方法では最表層の礫だけを採取し、この表層直下の砂礫の粒径が把握できないので、ここに採用した方法を考案した。

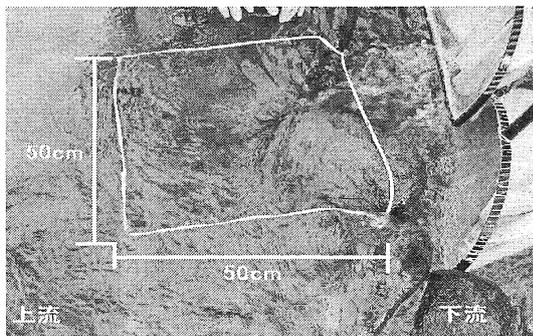


図 2 50 cm x 50 cm 方形枠

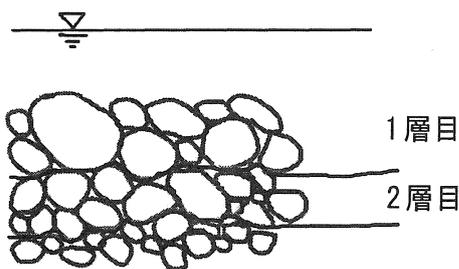


図 3 1層目と2層目の区別

深層砂礫については、約 1 m x 1 m の範囲を、上記水中での表層砂礫の採取地点にできるだけ近く、砂州 (砂礫堆) の前縁線の直上流となる陸上部に設置し、約 30 cm の表層を取り除き、その下 15~20 cm の層を採取した (図 4)。この深層の調査方法は河床材料調査の一般的な方法³⁾にほぼ従っている。

砂礫の粒径分布の測定には、JIS Z 8801-1: 2000 に準拠した 125, 63, 31.5, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5 mm の 9 種類のふるいを使用し、粒径 256 mm 以上のときは手で粒径を測定し各ふるい目の大きさ別に分け、重量を測定した。その後、このデータをもとに各地点における粒径加積曲線および粒径階級別重量百分率のグラフを作成した。はかりの精度は、粒径 64 mm 以上は 100 g まで、それ未満は 1 g まで測定できるものを使用した。

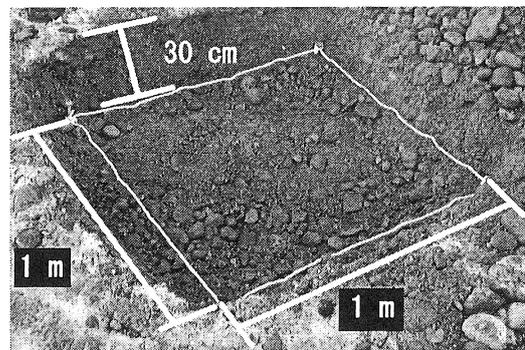


図 4 深層砂礫の試料採取

3・2 調査地点と調査日

調査地点と調査日 (すべて 2000 年) は上流から順に次のとおりである (図 5)。以下の本文・図中では調査地点名は太字の地名のみを用いて略記する。

1. 愛知県稲武町大野瀬 根羽川
河口から根羽川合流点まで約 81.9 km
合流点からさらに約 8.3 km
10 月 23 日、11 月 22 日、12 月 20 日
2. 岐阜県串原町森上 矢作川
河口から約 80.1 km
10 月 17 日
3. 愛知県旭町池嶋 矢作川
河口から約 61.6 km
10 月 17 日、11 月 27 日、12 月 20 日
4. 愛知県豊田市西広瀬町（広瀬） 矢作川
河口から約 49.2 km
11 月 27 日、12 月 20 日
5. 愛知県豊田市扶桑町（古嵐） 矢作川
河口から約 43.9 km
10 月 18 日、11 月 27 日、12 月 21 日
6. 愛知県岡崎市細川町 矢作川 葵大橋
河口から約 31.7 km
10 月 18 日、11 月 28 日、12 月 21 日
7. 愛知県岡崎市矢作町 矢作川 矢作橋
河口から約 23.2 km
10 月 23 日、11 月 28 日、12 月 21 日

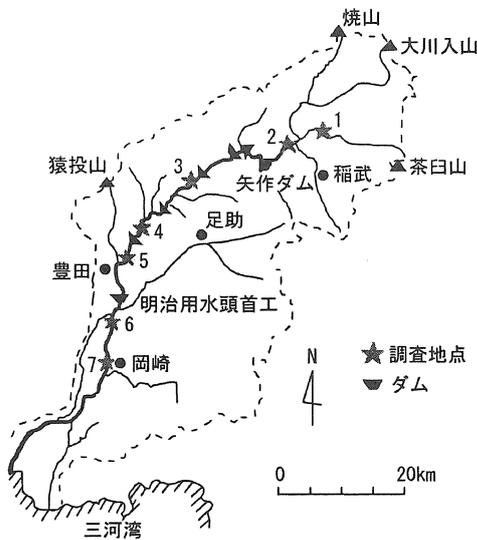


図 5 矢作川流域地図と調査地点

これらの地点のうち、上流側の 2 地点は流域最大のダムである矢作ダムの上流に位置し、下流側の 5 地点は同ダムの下流側になる。なお、2. 森上においては、11 月 20-21 日の中規模の出水で河床がかなり上昇し、流れが大きく変わった。そのため適当な早瀬がなくなり調査地としては不適と判断し、11-12 月の調査地点からはずした。その代わりに 4. 広瀬を調査地点に加えた。

3・3 河床砂礫の調査結果

各地点で採取した河床砂礫の重量は表 1-3 に示したとおりである。

各地点で方形枠ごとの粒度分析の結果を見ると（図 6）、1 層目より 2 層目の方が方形枠間の差異が大きいことが多かった。

調査地点間で平均粒径を比較すると（図 7）、どの層でも概して上流から下流へ平均粒径が小さくなっていく傾向が見られる。

調査地点間で粒径分布を比較すると（図 8）、大野瀬、池嶋、広瀬、古嵐の 4 地点では下流に向かってやや細粒になる傾向があるものの粒径の分布は似ており、64 mm 以下の砂礫が少ない。葵大橋では上記 4 地点よりも粒径が全体的に細くなった分布になっている。矢作橋はそれよりさらに細粒に寄った粒径の分布を示す。

表 1 10 月に採取した河床砂礫の重量

		方形枠(kg)				合計(kg)
		No.1	No.2	No.3	No.4	
大野瀬	1 層	35.5	57.3	50.1	38.2	181.1
	2 層	9.8	7.9	17.6	4.6	40.0
森上	1 層	14.1	7.8	5.7	16.5	44.1
	2 層	1.7	3.8	4.8	7.3	17.6
池嶋	1 層	38.8	31.6	35.1	18.1	123.6
	2 層	14.3	5.6	9.7	8.2	37.8
古嵐	1 層	42.3	25.5	48.2	48.7	164.8
	2 層	7.5	9.6	22.5	16.0	55.7
葵大橋	1 層	19.0	18.0	13.5	17.8	68.2
	2 層	4.2	5.0	6.3	8.6	24.0
矢作橋	1 層	4.9	5.3	6.3	5.9	22.4
	2 層	3.0	4.1	5.6	5.1	17.7

表 2 11 月に採取した河床砂礫の重量

	(kg)					
	大野瀬	池嶋	広瀬	古嵐	葵大橋	矢作橋
深層	412.5	286.9	221.2	137.9	156.5	143.8

表 3 12 月に採取した河床砂礫の重量

		方形枠(kg)				合計(kg)
		No.1	No.2	No.3	No.4	
大野瀬	1 層	52.8	75.3	35.1	44.4	207.6
	2 層	12.4	7.2	15.1	5.2	40.0
池嶋	1 層	54.9	80.2	33.1	22.5	190.7
	2 層	3.9	6.8	11.5	6.3	28.5
広瀬	1 層	62.9	54.1	52.8	61.8	231.6
	2 層	6.1	15.8	7.1	17.3	46.4
古嵐	1 層	33.0	45.9	30.6	43.8	153.3
	2 層	8.6	6.6	15.6	6.0	36.8
葵大橋	1 層	10.6	6.9	9.6	10.0	37.2
	2 層	4.8	6.1	5.0	5.4	21.2
矢作橋	1 層	5.1	5.3	6.7	5.2	22.3
	2 層	3.5	1.9	5.5	4.0	14.9

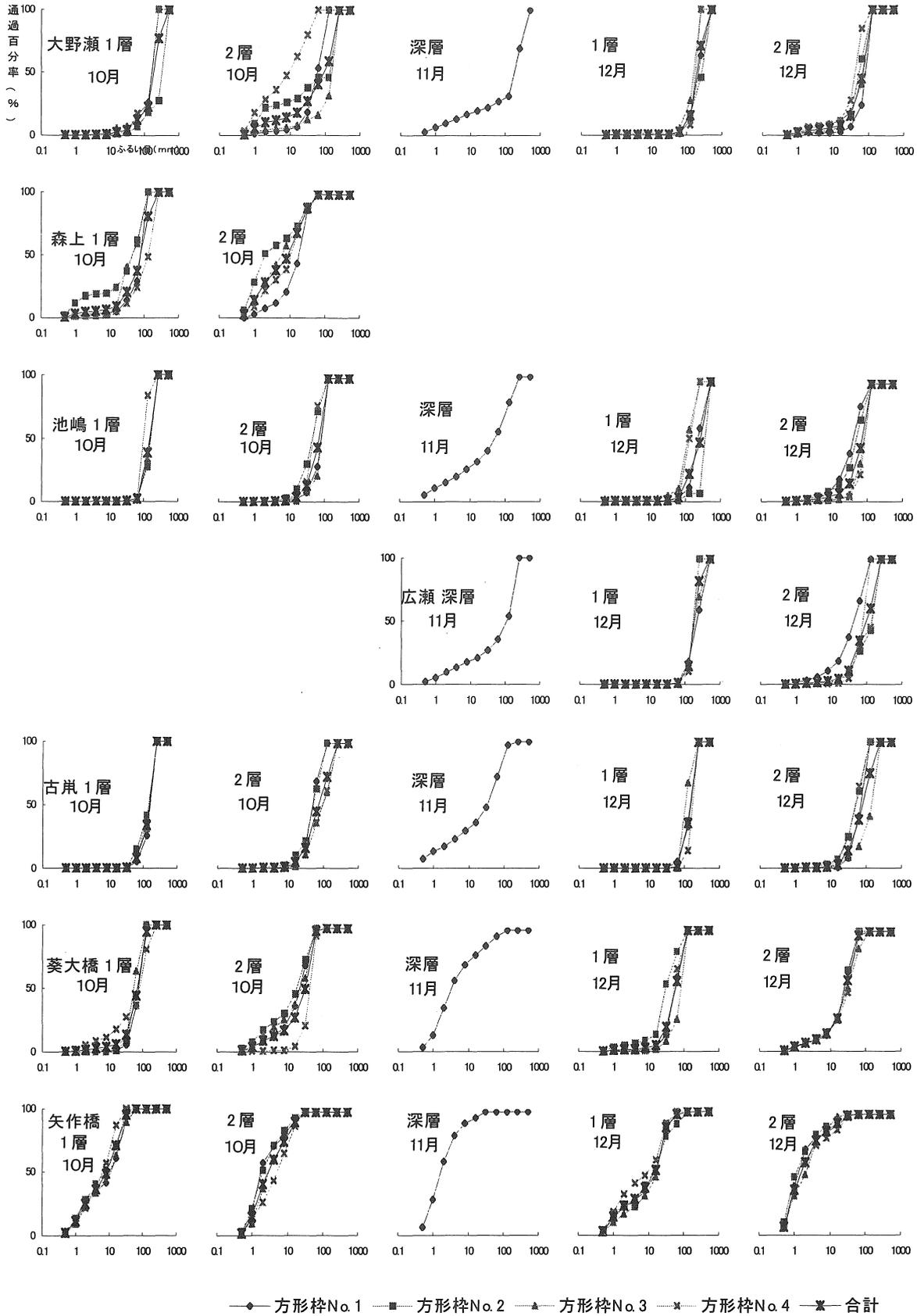


図 6 各地点方形枠ごとの河床砂礫の粒径加積曲線

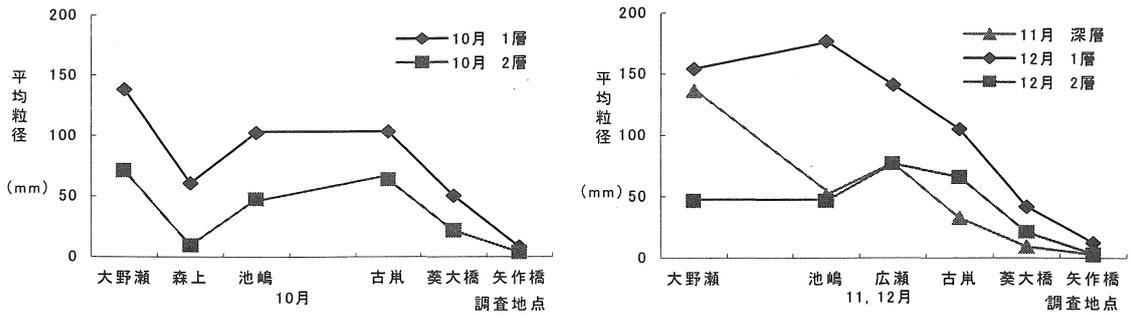


図 7 各地点の河床砂礫の平均粒径

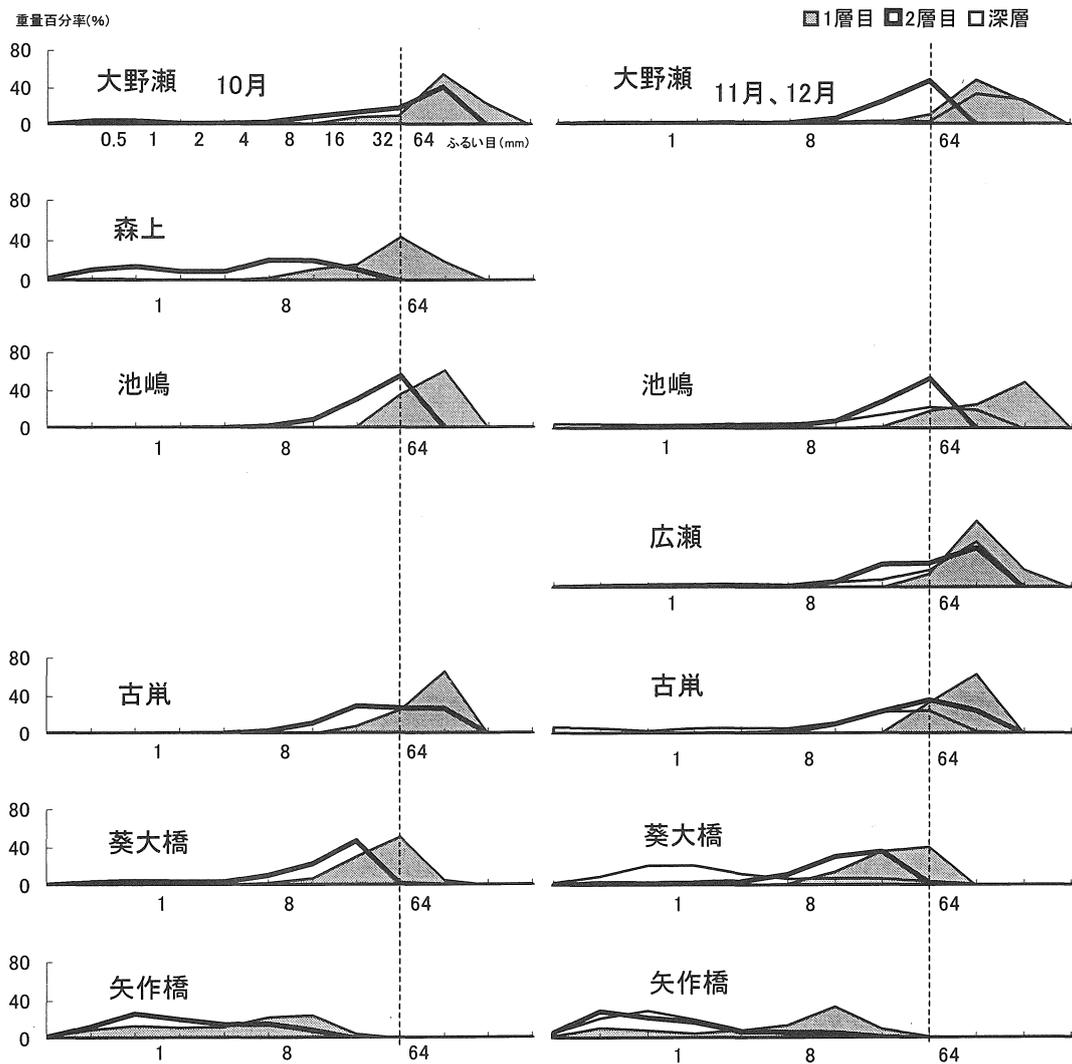


図 8 各地点の河床砂礫の粒径階級別重量百分率

これら地点間の一般的な傾向から外れているのは森上地点で、上流域としては例外的に粒径が細かい。ここは矢作ダム貯水池の直上のため、この場所だけ細かい砂礫が堆積しているものと考えられる。

次に表層（1層目、2層目）と深層との間で粒径分布を比較すると（同じく図 8）、大部分の地点で 1層目から 2

層目、深層の順に粒径が細くなる傾向がある。

4. 考察

河床が砂礫からなる河川では、その砂礫を供給していた上流の山地との間に大きなダムが建設されると砂礫の供

給が止まり、河床砂礫から砂と細流の礫が流失して河床表層に粗粒の礫だけが残って固化するアーマ化が起こる⁵⁾。矢作川では本来の河床と比べアーマ化が強く進行しているのは、大形糸状藻類の発生状況などから、矢作ダムの下流に位置する池嶋、広瀬、古巣などの地点を含む中流域の区間と思われる(豊田市矢作川研究所の未発表資料などによる)。いったんアーマ化が起こると河床砂礫は動きにくくなり、河床の低下が止まると言われている⁵⁾。図 1 に示したようにアーマ化が問題となっている矢作川の区間で河床低下が顕著ではないのは、この一般的な理解を支持するものである。

一方、ある程度の厚みを持つ河床砂礫のうちアーマ化が起こるのは最表層のごく薄い層であると一般には考えられており⁶⁾、もしそうであるならば、その薄い表層を取り除けば、アーマ化が進行する前のより細粒な河床材料が採取できるはずである。

ところが、本報告の調査結果は、上記底生生物から推定されるアーマ化の程度を支持しているようには見えない。すなわち、池嶋、広瀬、古巣では他の地点と比べ表層が深層に比べ顕著に粗粒化しているという兆候は見られない。これらの地点と矢作ダム上流の大野瀬では、表層だけでなく 30 cm 以深の深層でも砂礫はかなり粗粒である。また、表層のみに最も顕著に粗粒の礫が集まっていると見られるのは葵大橋地点だが、この地点では底生生物から、また現地での観察からも河床が固まっている兆候は見られない。したがって、上述のアーマ化についての一般的な理解からは、本報告で得られた結果は解釈が難しい。

今のところ私たちが考えているこの結果の解釈は当面次のとおりである。結論は今後の研究に待ちたい。

1. この調査では試料の採取地点を早瀬と定めた。早瀬は河川の微地形の中で平水時の流速が最も早くなる特殊な場所であり、そこではアーマ化が進行すると、河床砂礫はかなり深くまで粗粒になるのかもしれない。
2. アーマ化が進行していてもいなくても、河床砂礫に少しでも粗粒の礫が含まれていれば、早瀬には少なくとも局所

的に粗粒の礫が集まるらしい。したがって、アーマ化との関係で河床砂礫を調べる場合には、早瀬という場所は適当でなかったのかもしれない。

謝辞

本報告をまとめるにあたっては、国土交通省豊橋工事事務所から河床測量の資料を提供いただいた。また、愛知工業大学土木工学科水工研究室の四俣正俊教授、木村勝行教授から指導と助言をいただいた。豊田市矢作川研究所の矢作川古巣プロジェクトに集った共同研究者の方々は、研究計画などについての議論を通じて、多くの有益な助言をくださった。とくに、名古屋大学大学院工学研究科の北村忠紀博士の助言から得たものは大きい。これらの方々のご好意に心からの謝意を表する。

本報告にかかる調査費の一部には豊田市矢作川研究所の古巣プロジェクトから援助を受けた。

参考文献

- 1) 御勢久右衛門：大和吉野川における瀬の底生動物群集の遷移。日本生態学会誌, 18, 147-157, 1968.
- 2) 河村三郎, 小沢功一：山地河川における河床材料のサンプリング方法と粒度分布。土木学会誌, 55 (12), 53-58, 1970.
- 3) (社) 日本河川協会 (編)：改訂新版 建設省河川砂防技術基準 (案) 同解説 調査編。建設省河川局監修, 山海堂, 591pp., 1997.
- 4) 山本晃一：礫河床のサンプリングと統計的処理。土木技術資料 13, 354-358, 1971.
- 5) 島谷幸宏, 皆川朋子：日本の扇状地河川の現状と自然環境保全の事例。「河川の自然復元に関する国際シンポジウム論文集」, (財) リバーフロント整備センター, pp. 191-196, 1998.
- 6) 山本晃一：洪水時における土砂の移動形態。「沖積河川学」, 山海堂, pp. 77-95, 1994.

(受理 平成13年 3 月19日)