

姫川河床に分布する巨大礫

植木奈緒・赤羽貞幸

信州大学教育学部

Huge gravels distributed along the Himekawa river floor

Nao UEKI and Sadayuki AKAHANE

Faculty of Education, Shinshu University

Key words: Himekawa, river floor, huge gravel

姫川, 河床, 巨大礫

I はじめに

姫川は“暴れ姫川”として有名な河川である。青木湖北部から流れだし、糸魚川―静岡構造線の北部に沿うように流れ、日本海に注ぐ長さが約58km、流域面積約742km²の河川である。

この姫川流域は、地すべりや山崩れの起こりやすい環境にあり、毎年のように土砂災害が生じている。近年でも1995年7月の集中豪雨災害、翌年12月の2原土石流災害は甚大な被害をもたらした(赤羽, 1997a, b)。過去においても小谷村では、稗田山の大崩壊など明治以降の130年間に96回の土砂災害が記録されている(笹本, 1999)。

このような地域の中央部を北流する姫川の河床およびその周辺には、径1m以上に及ぶ巨岩の転石が数多く見られる。中には径が10mを超えるような巨礫も見られる。このような巨礫や粗粒な河床堆積物の存在は、姫川河床の大きな特徴となっている。

そこで筆者らは、姫川河床における巨大礫の分布とその特徴を調査し、その巨礫はどこから供給されたものかを明らかにした。また、姫川河床の巨礫分布状況から姫川流域での激しい大規模な崩壊や地すべりの発生を裏付ける基礎的資料を提供した。

II 姫川流域の地形・地質概要

1 地形概略

姫川本流は上流部の白馬盆地内では緩やかに流れるが、松川合流部から下流で深い谷となり、河口までの長さ約50kmの標高差660mと極めて急勾配を示す。この姫川本流の西部山地は、飛騨山脈の北部に属し、1500m~3000mの標高をもつ山々がそびえ、東部山地は小谷

山地と呼ばれ1200m~2000mを超える山地が続いている。このため姫川河床との比高は1000mに達している。また、姫川はこれらの山地を横切って流れる先行性流路である。

上流部の白馬村神城平は2000年前まで湖沼であった化石湖であり、姫川は緩やかに流れる。北城の平へ出ると姫川は、平川や松川といった支流が合流し、勾配もやや大きくなる。白馬盆地の出口を堰きとめている通ダムを下流した姫川は、北小谷の浦川合流点までの15km間で1000分の13の急流となる。浦川が合流してからの姫川の河床礫は、急激に粗粒となり、これより下流で姫川の荒廃ぶりが顕著にあらわれる。とくに、塩坂から平岩にかけては中古生層の固い岩盤をえぐるように流れるので、姫川で一番険しい峡谷をつくっている。この間の勾配は1000分の44となり激流となって流下している。新潟県に入ると西側山地からの大所川や小滝川が合流し、水量、川幅を増し、糸魚川平野に流出し日本海へと注いでいる。

姫川は流量の変化の激しい川である。変化の割合を流動変動率(年間流量の最大量と最小量の比)で比べると、天竜川(天竜橋付近)、木曽川(犬山市)に対して姫川は約9倍を示す(平林, 1971)。

姫川本流や支流は、河川勾配が大きく谷幅の狭いV字谷を形成しているため、河川に接する斜面は急傾斜となり、不安定な急斜面となっている。それらの河床には径数mを超えるような極めて粗粒な堆積物が堆積している。とくに、姫川中流部の峡谷や支流が合流する付近、地すべりや崩壊跡周辺域には巨礫が多数分布している。

2 地質概要

姫川沿いには糸魚川-静岡構造線が走り、これを境に西側の飛騨山脈を構成する古い地質の地域（中生代）と、東側の北部フォッサマグナの新しい新第三紀の地域との接合点にあたっている。姫川流域には古生代の姫川層群や蛇紋岩、中生代の来馬層群、第三紀系、第四系の火山岩類など多様な岩石が分布している（石井, 1937; Chihara et al., 1979; 平林, 1971; 赤羽, 1979）。

姫川層群は、古生代の石炭紀や二畳紀の地層であり、白馬村の西部山地から姫川の兩岸地域に分布している。岩石は粘板岩・砂岩・石灰岩・チャート・千枚岩・緑色岩類などから構成されている。蛇紋岩は比較的広く分布し、断層によって破碎され、風化が進んでいる。このためこの分布域には地すべりや崩壊が多い。来馬層群は、新潟県富山県境部から長野県白馬村にかけての東西20km、南北30kmの範囲に分布するジュラ紀の地層で、岩相は砂岩・頁岩・礫岩の互層から成っている（白石, 1978）。これら中生代の地層は、断層や節理の発達が顕著であるがいずれも固結度の高い地層である。

姫川沿いには、古第三紀の流紋岩・溶結凝灰岩である石坂流紋岩（富沢・北原, 1967）が分布し、糸魚川-静岡構造線の東側には、新第三系が広く分布する。新第三紀層は、安山岩や流紋岩などの火山岩と砂岩や泥岩・礫岩などの堆積岩類からなる（姫川団研, 1958）。泥岩層の分布地域では地すべりが多発している。

第四紀系の分布地域は、姫川左岸の白馬乗鞍火山周辺域、姫川沿いであり、これらは更新世の噴出物で広い面積を占めている。これらの火山性の堆積物は、固結度が比較的低く崩壊しやすい。また、姫川やその支流沿いには、崖錐や地すべり・崩壊によって形成された堆積物が各所に分布する。

III 調査の目的と方法

1 調査目的

姫川の河床には巨大な礫が数多く分布する。これらは姫川兩岸地域および支流から供給されたものであり、それらは山地を構成する岩体の崩壊や地すべりによって形成された巨礫であると推定される。しかし、これまでこれらの巨礫については、詳しい調査が全く行われていない。

そこで筆者らは、まず姫川本流沿いの巨礫の分布状況を明らかにすることに取り組むことにした。併せてそれらの礫種、礫の大きさをも調査した。そして、それらの分布状況の特徴に基づき、巨礫がどこから供給

されているのかを考察した。

2 調査方法

姫川本流沿いの河床礫の分布を明らかにするための調査を以下の順序で行った。

(1) 巨礫の選定

通常巨礫とは径256mm以上の礫をいうが、今回の調査では長径が200cm以上の礫を調査の対象とした。なぜならば、長径256mm以上の礫は極めて多く分布し、とても分布をおさえることが困難である。そこで便宜的に200cm以上の礫を対象とした。以降ではこれらの礫を巨大礫と呼ぶことにする。

(2) 分布図と区間分布図の作成

姫川河床に分布する巨礫の位置を5千分の1の地形図にプロットした。このとき巨礫の長径、岩石種、特徴をも記載した。また明らかに人為的に移動され、集められているものについては、一括記載を行った。

このようにして作成した分布資料をわかりやすく表現するために、以下のような手順で区間分布図を作成した。

1) 区間分け

姫川河床を河口から500mごとに区切り、分布域を全113区間設けた。区間番号は、河口部を区間1、源流部を区間113とした（図1）。区間幅500mという値は、これ以上細かく区間分けすると煩雑になり、巨大礫の分布状況がわかりにくくなること、また500m以上になると分布域の特徴が出にくくなるため、便宜的に用いた値である。

2) 区間別の巨大礫数の分布図

5千分の1に記入した分布原図に基づき、区間ごとの巨大礫数を集計し表1とした。これらの分布をわかりやすく示すために、巨礫の個数を20個単位で分けた●凡例で表現した（図1・2）。

3) 区間別・礫種別の分布図

区間ごとにおける礫種別の分布数の図を作成した。この図では凡例を10個単位で分けた●凡例で表記した（図4-15）。

IV 調査結果

1 姫川河床に分布する巨大礫

(1) 分布数と分布概況

姫川本流沿いには、現在径200cm以上の巨大礫が2719個分布する。これらの500mごとに区切った区間ごとの巨大礫数を表1に、それらの分布状況を図1・2に示す。

巨礫数が最大となる区間は、浦川が合流する付近の

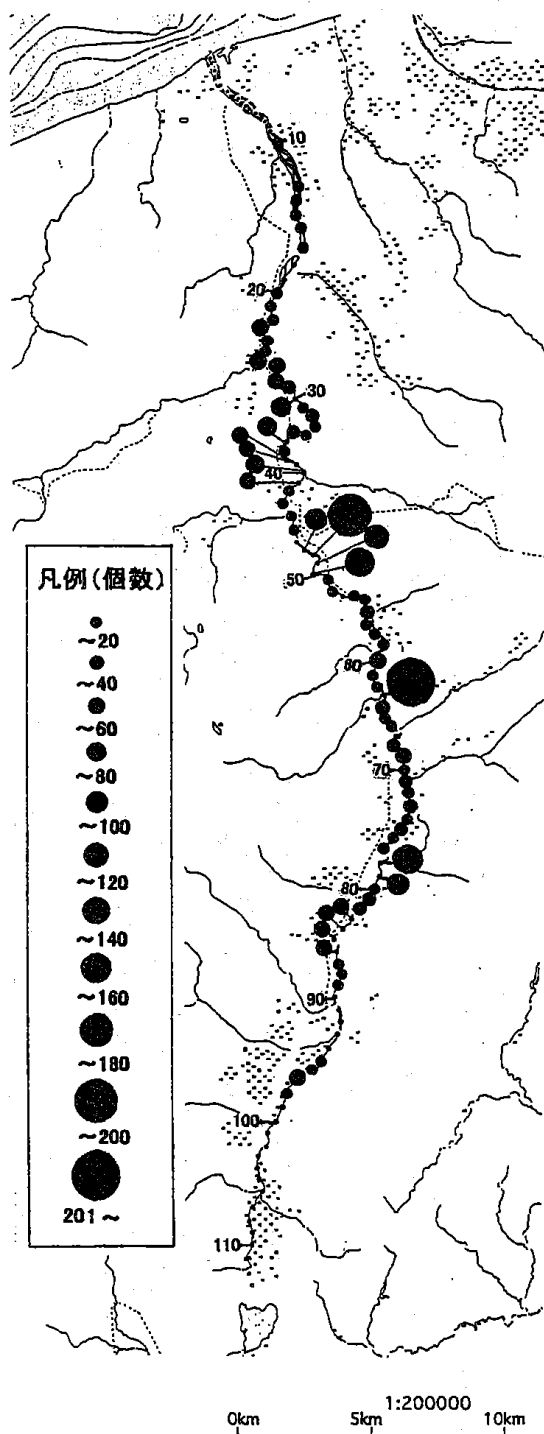


図1 巨大礫の分布

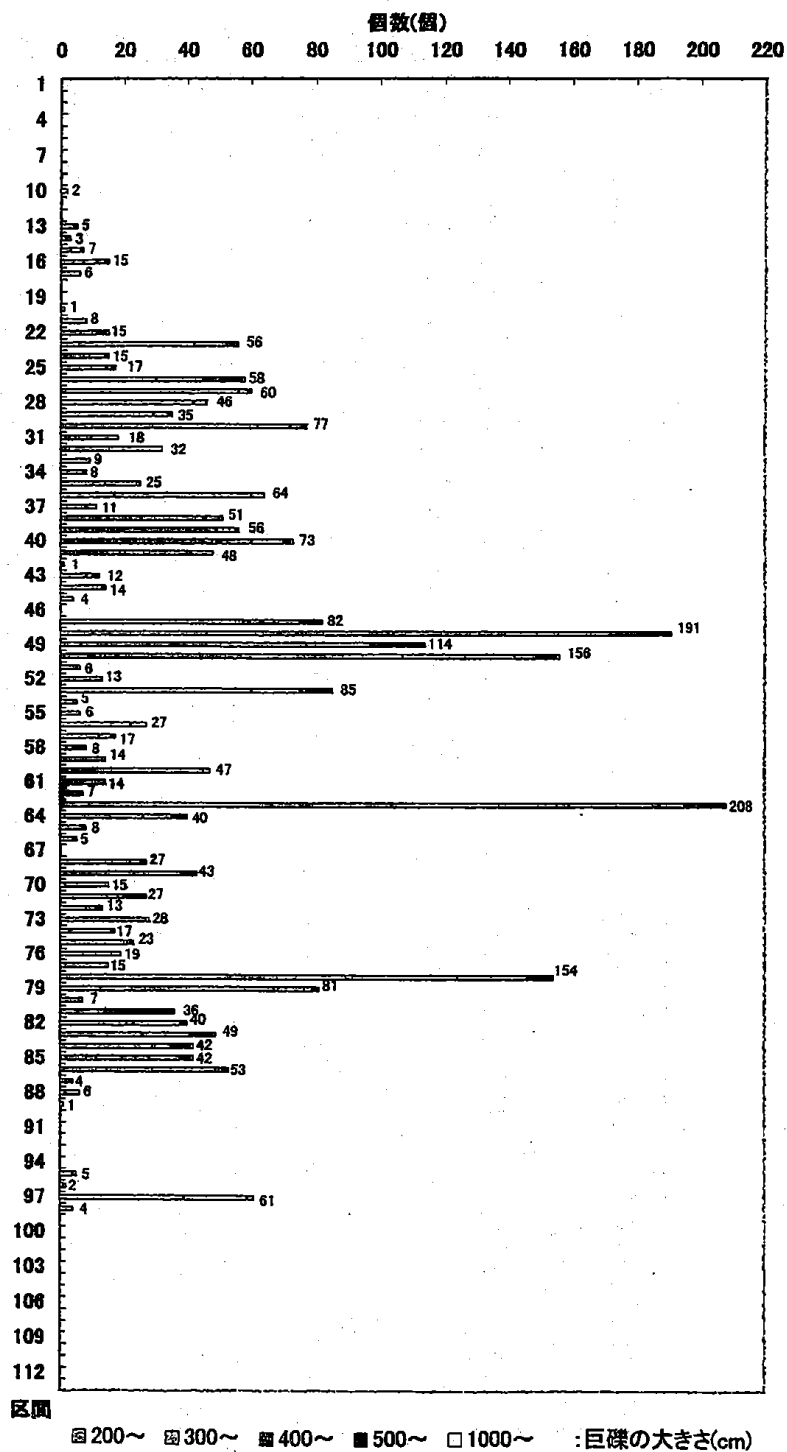


図2 各区間別の巨大礫数

表1 各区間の巨大礫数

区間	巨礫数(個)	区間	巨礫数(個)
1	0	61	14
2	0	62	7
3	0	63	208
4	0	64	40
5	0	65	8
6	0	66	5
7	0	67	0
8	0	68	27
9	0	69	43
10	2	70	15
11	0	71	27
12	0	72	13
13	5	73	28
14	3	74	17
15	7	75	23
16	15	76	19
17	6	77	15
18	0	78	154
19	0	79	81
20	1	80	7
21	8	81	36
22	15	82	40
23	56	83	49
24	15	84	42
25	17	85	42
26	58	86	53
27	60	87	4
28	46	88	6
29	35	89	1
30	77	90	0
31	18	91	0
32	32	92	0
33	9	93	0
34	8	94	0
35	25	95	5
36	64	96	2
37	11	97	61
38	51	98	4
39	56	99	0
40	73	100	0
41	48	101	0
42	1	102	0
43	12	103	0
44	14	104	0
45	4	105	0
46	0	106	0
47	82	107	0
48	191	108	0
49	114	109	0
50	156	110	0
51	6	111	0
52	13	112	0
53	85	113	0
54	5	計	2719
55	6		
56	27		
57	17		
58	8		
59	14		
60	47		

表2 姫川本流における長径500cm以上の巨大礫

No	長径(cm)	岩石	区間	No	長径(cm)	岩石	区間
1	1850	アルビタイト	22	61	620	凝灰角礫岩	84
2	1530	アルビタイト	50	62	610	緑色岩	72
3	1520	凝灰角礫岩	85	63	600	緑色岩	81
4	1260	流紋岩	14	64	600	安山岩	69
5	1220	緑色岩	73	65	600	凝灰角礫岩	84
6	1160	砂岩	40	66	600	凝灰角礫岩	84
7	1010	蛇紋岩	26	67	590	粘板岩	48
8	1000	凝灰角礫岩	84	68	580	蛇紋岩	25
9	930	変成岩	81	69	580	蛇紋岩	50
10	920	粘板岩	48	70	580	蛇紋岩	53
11	920	粘板岩	49	71	580	アルビタイト	58
12	900	安山岩	63	72	580	粘板岩	49
13	860	粘板岩	48	73	580	凝灰角礫岩	83
14	830	アルビタイト	58	74	570	蛇紋岩	26
15	830	緑色岩	71	75	570	粘板岩	49
16	830	粘板岩	47	76	570	礫岩	81
17	820	砂岩	50	77	560	粘板岩	49
18	810	砂岩	49	78	550	チャート	23
19	810	粘板岩	40	79	550	粘板岩	48
20	800	粘板岩	53	80	550	凝灰角礫岩	83
21	800	安山岩	63	81	550	凝灰角礫岩	85
22	780	チャート	23	82	550	礫岩	81
23	780	粘板岩	48	83	540	安山岩	13
24	770	蛇紋岩	26	84	540	凝灰角礫岩	83
25	770	緑色岩	81	85	540	溶結凝灰岩	53
26	760	蛇紋岩	26	86	530	緑色岩	74
27	760	砂岩	42	87	530	粘板岩	47
28	760	安山岩	64	88	530	粘板岩	47
29	750	緑色岩	71	89	530	粘板岩	48
30	750	砂岩	48	90	530	粘板岩	50
31	730	緑色岩	71	91	530	粘板岩	50
32	720	変成岩	81	92	530	安山岩	63
33	720	変成岩	81	93	530	安山岩	83
34	720	砂岩	48	94	530	礫岩	81
35	720	粘板岩	53	95	520	砂岩	26
36	720	凝灰角礫岩	84	96	520	粘板岩	49
37	710	安山岩	63	97	520	粘板岩	49
38	690	緑色岩	72	98	520	安山岩	78
39	690	安山岩	64	99	520	変成岩	64
40	680	アルビタイト	50	100	510	蛇紋岩	50
41	680	粘板岩	49	101	510	蛇紋岩	58
42	670	粘板岩	53	102	510	粘板岩	49
43	670	凝灰角礫岩	83	103	510	安山岩	16
44	660	粘板岩	48	104	510	溶結凝灰岩	23
45	660	粘板岩	49	105	500	砂岩	26
46	660	礫岩	81	106	500	粘板岩	49
47	650	変成岩	82	107	500	粘板岩	53
48	650	緑色岩	81	108	500	溶結凝灰岩	84
49	650	砂岩	26				
50	650	砂岩	49				
51	650	粘板岩	53				
52	650	礫岩	81				
53	640	凝灰角礫岩	83				
54	630	緑色岩	71				
55	630	砂岩	22				
56	630	粘板岩	47				
57	620	緑色岩	71				
58	620	緑色岩	75				
59	620	安山岩	63				
60	620	凝灰角礫岩	83				

区間63, ここには208個の巨礫が分布する。100個以上の巨礫が分布する区間は、区間48・49・50・63・78の5区間である。巨大礫は区間10から98の間の姫川中流部に集中し、姫川の上流域や河口付近には全く分布していない。

区間分布の特徴には、巨礫の個数が急に増加し、次の下流区間で急減少するというパターンと、急に増加したまま2, 3km過ぎてから急に減少するパターンとが認められる。前者は区間96・97・98, 区間77から80, 区間62から65, 区間52・53・54などで、後者は区間46から51, 区間32から42区間25から区間31などである。

(2) 巨大礫の大きさ

姫川本流沿いに分布する長径が最大な巨大礫は、糸魚川市根知(区間22)に分布する1850cmのアルピタイトである。長径が500cm以上の巨大礫は姫川に108個分布する。これらのリストを表2に示す。

径200cm以上の巨大礫を、100cm単位で区分した頻度分布でみると、長径500cm以上の巨礫は全体の4%足らずであり、長径が200～400cmの巨大礫がほとんどを占める(図3)。

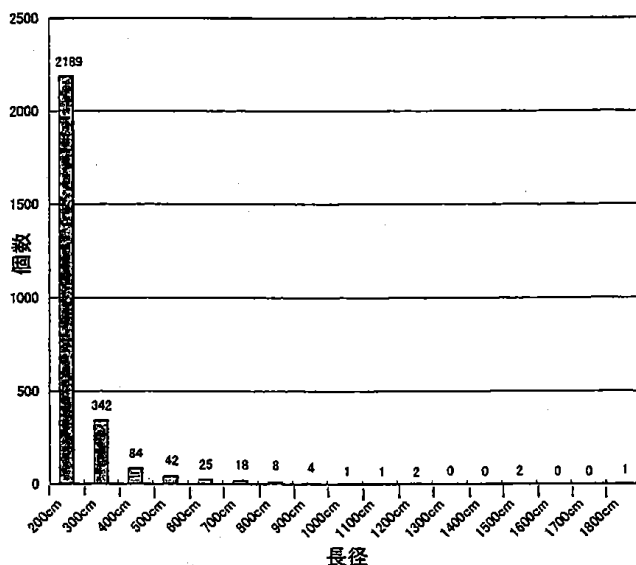


図3 巨大礫(長径)の頻度分布

(3) 巨大礫の岩石種

姫川河床の巨大礫は、変成岩、蛇紋岩、アルピタイト、緑色岩、チャート、石灰岩、砂岩、粘板岩、流紋岩、安山岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、礫岩の13種類の岩石から構成されている(表3)。

13種の中で最も数多く分布する岩石は、980個の安山岩である。次いで粘板岩、砂岩の順である。これらの上位3種類の岩石は姫川河床にある巨大礫の75.4%を

表3 岩石種別の巨大礫数

岩石	個数(個)	最大長径値(cm)	《区間》
変成岩	130	930	《81》
蛇紋岩	115	1010	《26》
アルピタイト	28	1850	《22》
緑色岩	91	1220	《73》
チャート	19	780	《23》
石灰岩	3	240	《40》
砂岩	421	1160	《40》
粘板岩	678	920	《48》
流紋岩	39	1260	《14》
安山岩	980	900	《63》
凝灰角礫岩	104	1520	《80》
溶結凝灰岩	55	540	《53》
礫岩	56	660	《81》

占めている。

2 岩石種ごとの巨大礫の分布

姫川河床に分布する13種類の岩石種ごとの分布状況は以下の通りである。

(1) 変成岩(図4)

変成岩の巨大礫は全域で130個分布し、上流部で初めて出現する場所は区間86の白馬大池駅のすぐ下流である。分布の特徴は、上流部から下流部までほぼ姫川全域に分布していることである。しかし、姫川の河床では点在した分布を示す。

区間ごとにみると、変成岩の巨大礫が連続して分布する区間はあるが、姫川全域で見ると連続性はあまり認められない。

(2) 蛇紋岩(図5)

蛇紋岩の巨大礫は、全域に115個分布する。巨大礫は姫川上流部には分布せず、中流部の区間64から下流部にかけて分布する。蛇紋岩は、ほぼ連続して巨大礫が分布する区間と、まったく巨大礫がない区間との繰り返しが多い。また一区間の巨大礫数は少なく点在しているが、区間50と区間26では巨大礫が集中する。

蛇紋岩の巨大礫が連続する区間は、区間61から64, 区間56から58, 区間48から53, 区間37から43, 区間21から31である。

(3) アルピタイト(図6)

アルピタイトの巨大礫は28個分布する。全体的に数は少なく、点々と分布する。アルピタイトの巨大礫も蛇紋岩同様に、姫川上流には巨大礫として分布しない。巨大礫は、姫川中流部から下流部にかけての区間10から区間58までの間に分布する。

アルピタイトの巨大礫で最も特徴的なことは、特に巨大な礫が姫川河床に分布していることである。区間22と区間50には、長径が1000cm以上の巨大礫が分布している。区間22の巨大礫は、姫川最大の巨大礫で“袴

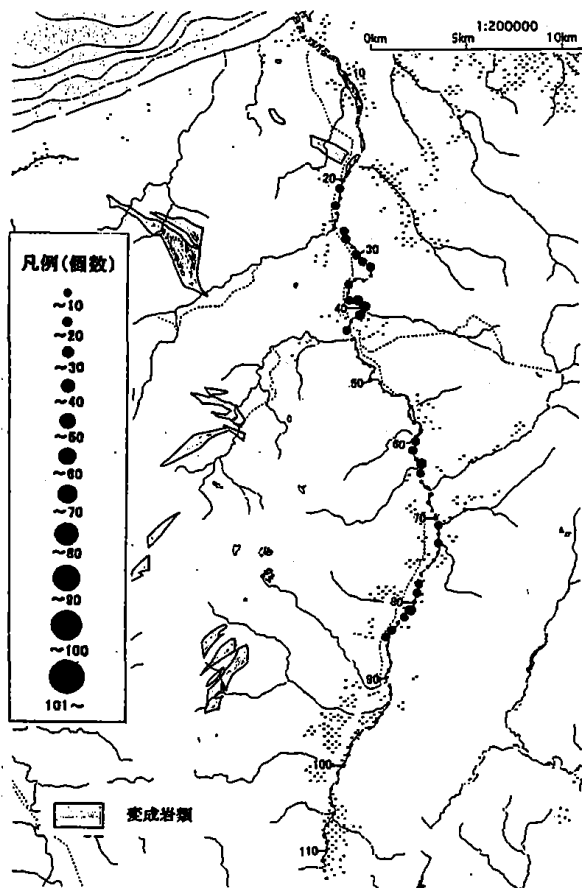


図4 変成岩巨大礫分布と変成岩分布



図5 蛇紋岩巨大礫分布と蛇紋岩分布

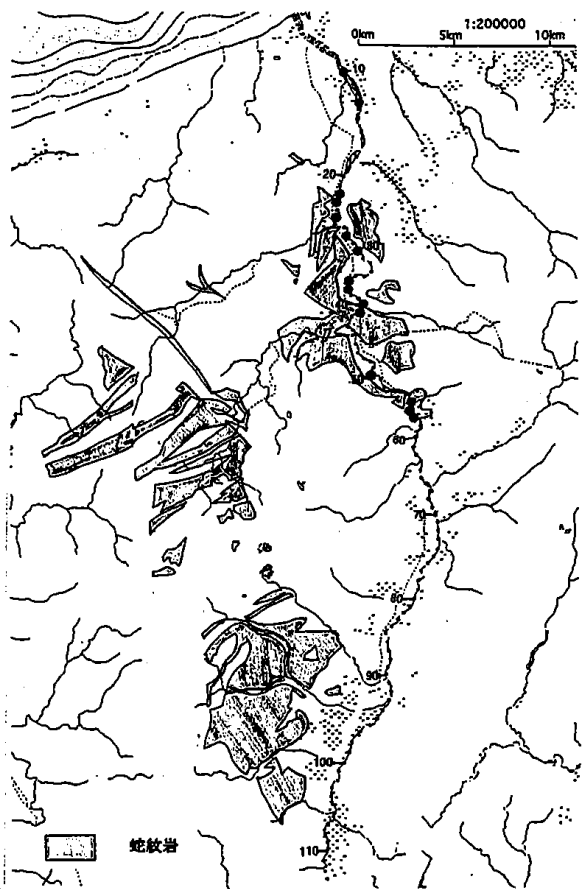


図6 アルビタイト巨大礫分布と蛇紋岩分布

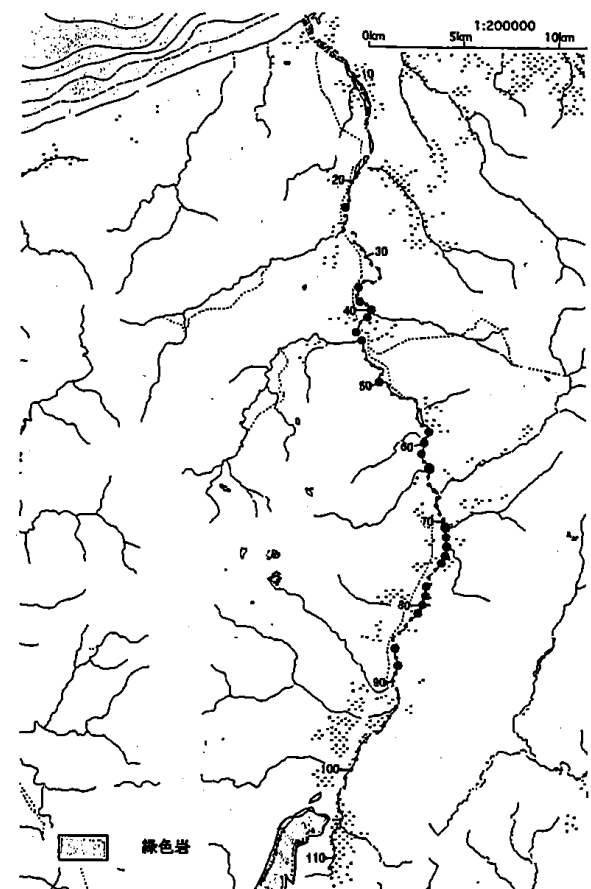


図7 緑色岩巨大礫分布と緑色岩分布

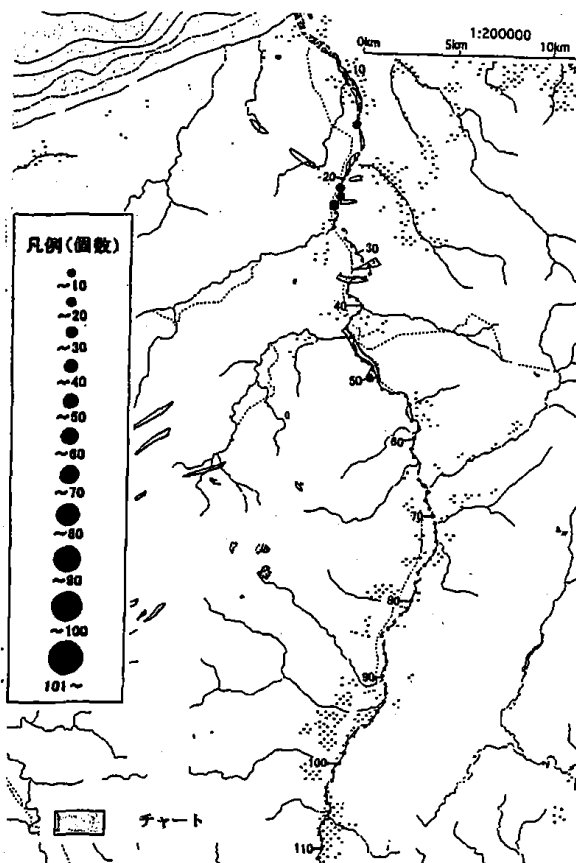


図8 チャート巨大礫分布とチャート分布

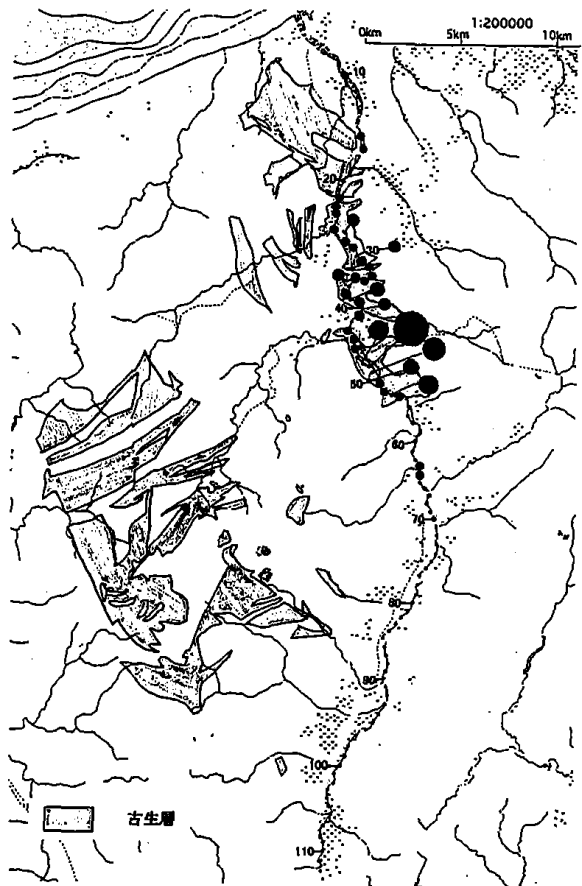


図9 粘板岩巨大礫分布と古生層分布

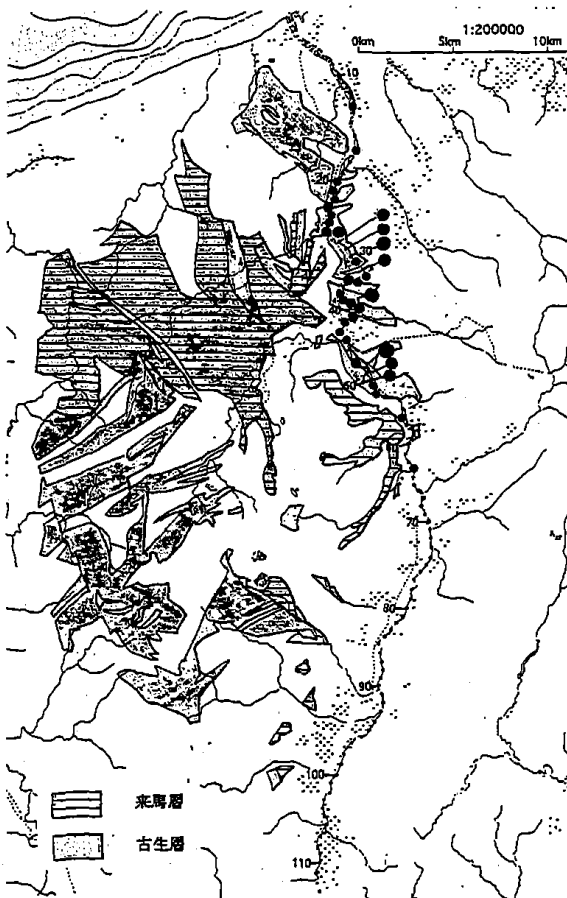


図10 砂岩巨大礫分布と中生層分布

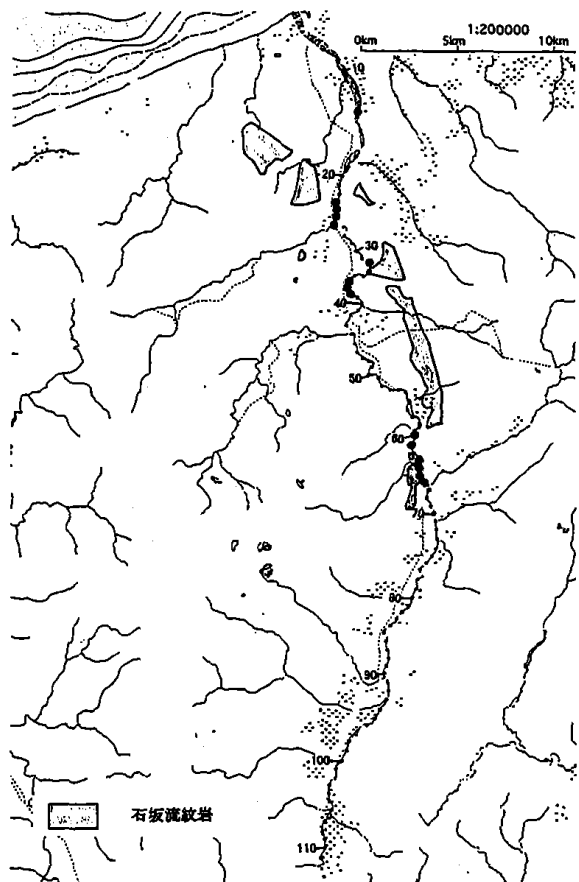


図11 流紋岩巨大礫分布と流紋岩分布

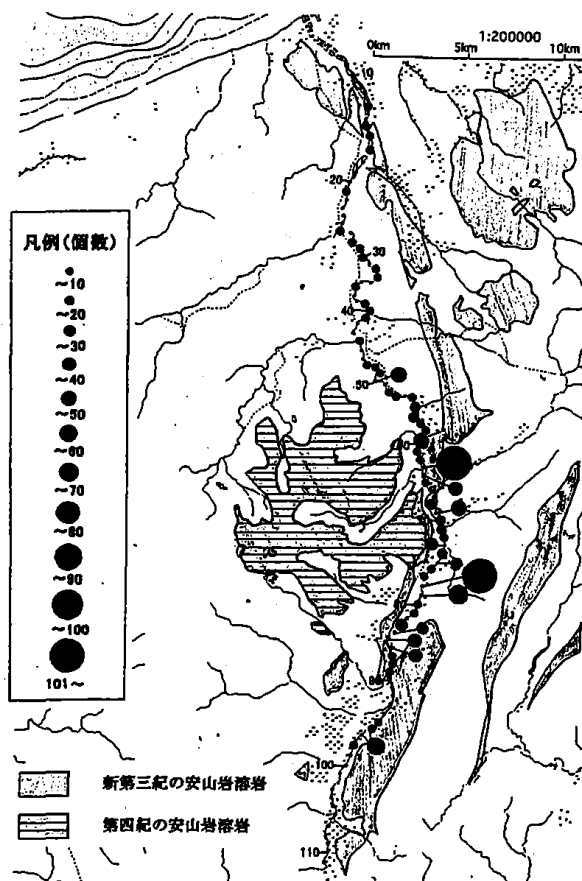


図12 安山岩巨大礫分布と安山岩分布

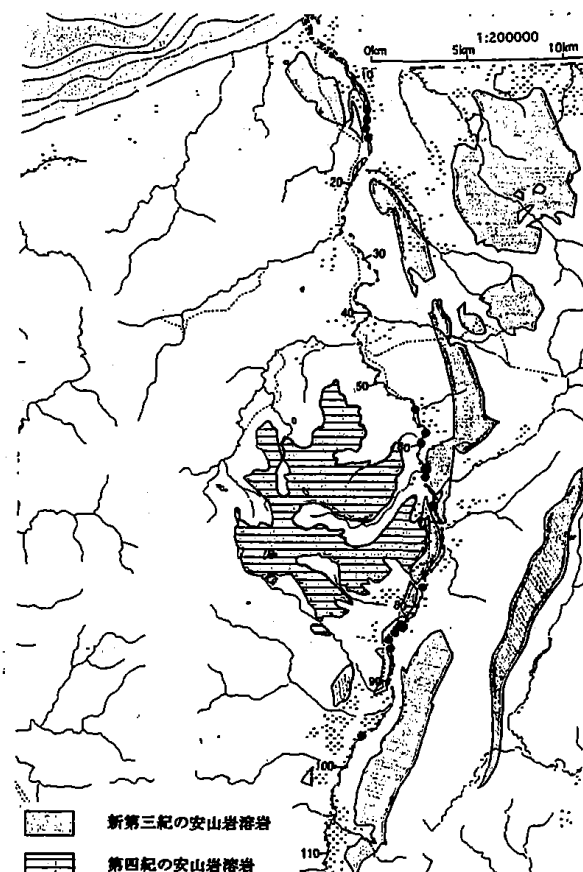


図13 凝灰角礫岩巨大礫分布と安山岩分布

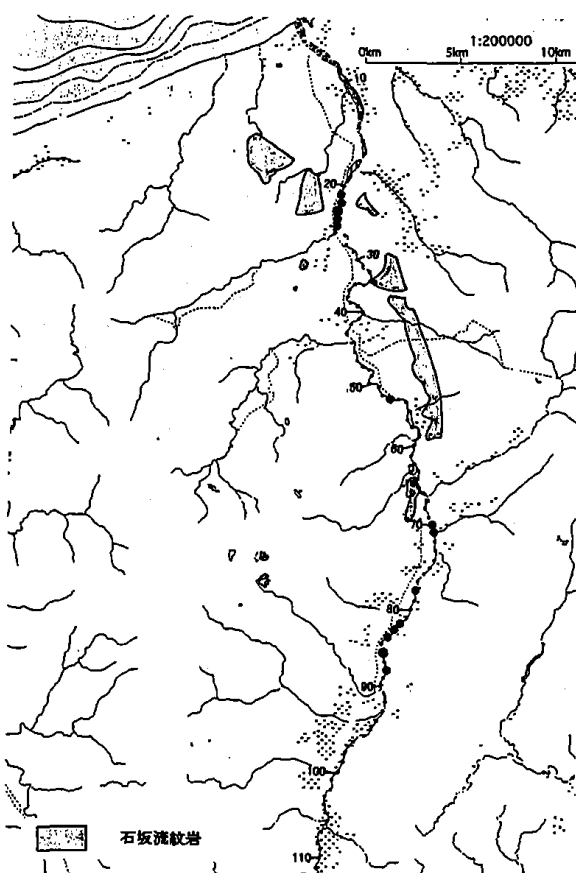


図14 溶結凝灰岩巨大礫分布と流紋岩分布

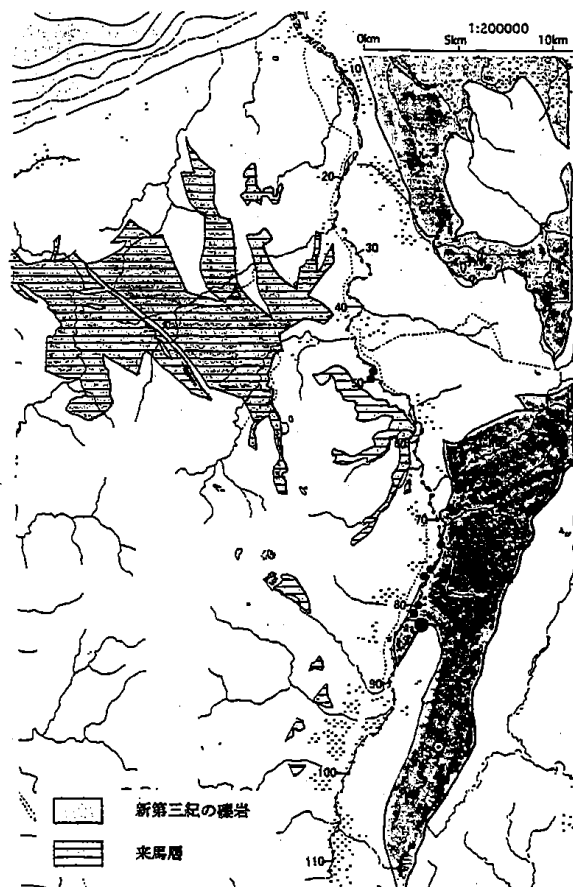


図15 礫岩巨大礫分布と礫岩分布

岩”と呼ばれる（長径値：1850cm）。区間50の巨大礫は2番目に大きい巨大礫（長径値：1530cm）である。また、区間58から50、区間25から21では300cm以上の巨大礫が目立つ。しかし、それ以外はほぼ200cm台の大きさの巨大礫ばかりである。

（4）緑色岩（図7）

緑色岩の巨大礫は91個分布している。上流部の区間88から下流域に緑色岩は分布する。分布域はほぼ姫川全域だが、点在し分布する。区間63は緑色岩が集中する特異な区間である。巨大礫が連続する区間は、区間78から81、区間71から75、区間59から63の3区間である。

（5）チャート（図8）

チャートは19個分布し、数が少なく点在している。チャートの分布は、姫川中流部の区間50と下流部の区間21・22・23と区間15だけである。巨大礫の数も区間23で11個以外は、5個以下と少ない。巨大礫の分布の仕方は点在型である。

（6）石灰岩

石灰岩の巨大礫は姫川で3個確認され、分布域は姫川溪谷の入り口の区間40・39だけである。石灰岩の巨大礫は200cm台の大きさしかなく、他の岩石に比べて個数も大きさも小さい。

（7）砂岩（図9）

砂岩の巨大礫は421個分布し、姫川流域で3番目に多い。分布域は姫川中流部の区間63から下流である。分布の特徴は、区間57と区間63では巨大礫が点在して分布し、姫川中流部から下流部の区間52から47、区間44から13まではほぼ連続して巨大礫が集中分布する。

区間52からは47では、区間50から巨大礫の数は多くなり、区間48で最多の41個になる。巨大礫の大きさは区間50から300cm以上の巨大礫が目立ち、500cmを超えるような巨大巨大礫が区間48に分布する。姫川最大の砂岩（長径値：1260cm）が区間40に分布する。区間44から13には巨大礫の数や、300cm以上の巨大礫の割合が増減を繰り返しながら、連続して巨大礫が分布する。

（8）粘板岩（図10）

粘板岩の巨大礫は、2番目に多い678個である。これら粘板岩の巨大礫は、姫川中流部の区間64から下流部に分布している。分布の仕方は区間64・63では巨大礫が点在し、区間54から下流にかけては巨大礫がほぼ連続して分布する。

区間53には巨大礫が69個集中分布し、区間50から区間48にかけて粘板岩巨大礫は約3倍の142個になる。巨大礫の大きさも数が多いところでは500cm以上の巨大な巨大礫が分布する。逆に巨大礫の数が10個以下の区間

はほぼ200cm台の大きさである。

区間41から下流では、区間40に500cm以上の粘板岩があるが、巨大礫の大きさは200cm台の巨大礫が多い。粘板岩の巨大礫の数は、増減を繰り返しながら、連続して分布する。

（9）流紋岩（図11）

流紋岩の巨大礫は39個分布する。これらの巨大礫は姫川中流部から下流部に分布する。これらの巨大礫は点在分布している。分布区間66から60では、区間65周辺には巨大礫の数が多く、図27が示すように区間66・65のみ300cm台の巨大礫が分布する。また、巨大礫が集中分布する。

区間38から32では、一区間の巨大礫数が2個以下と少ない。区間37で300cm台の巨大礫が分布する。区間26から23では、区間26に最多の8個分布する。巨大礫の大きさは200cm台の巨大礫と300cm台の巨大礫と同じ割合である。区間14は、巨大礫の数は2個と少ないが、流紋岩の最大巨大礫（長径：1260cm）が分布する。

（10）安山岩（図12）

安山岩は姫川に最も多く980個分布する。分布の仕方は、姫川全域にほぼ連続して分布する。なかでも姫川中流部に巨大礫が多く分布し、巨大礫数が100個を越す区間が二つある。巨大礫の大きさは200cm台の巨大礫が多い。

区間98から95では、区間の大半を安山岩の巨大礫が占めている。特に区間97では54個も巨大礫が分布するが、他の区間は5個以下と少ない。区間89から47では、ほぼ連続して広い範囲に巨大礫が分布する。区間89から47には、巨大礫の数が多く、中でも区間78や区間63には100個を超える巨大礫が分布するが、二区間とも次の区間で急激に巨大礫数が減少する。区間44から下流では、一区間10個以下と巨大礫の数が急激に少なくなり、散在する特徴がある。巨大礫の大きさは200cm台が主だが、下流部にあたる区間13・16には長径500cm台の巨大巨大礫が分布する。

（11）凝灰角礫岩（図13）

凝灰角礫岩の巨大礫は全部で104個分布し、姫川上流部から下流部にかけて全域に分布する。分布は散在型で、巨大礫が連続する区間が二つある。

区間86から83では、300cm以上の巨大礫の割合が高い。区間85・84に1000cm以上の巨大礫が分布する。巨大礫の数は区間83に向けて多くなる傾向がある。区間16から13では、区間16・15に300cm以上の巨大礫の割合が高い。巨大礫の数は区間15を最大にしてその前後で増減する。

(12) 溶結凝灰岩 (図14)

溶結凝灰岩の巨大礫は55個分布し、分布域はほぼ姫川全域にわたる。分布は点在しているが、巨大礫が連続する区間が2地域ある。

区間25から21にかけては連続して分布する。区間23を境に巨大礫数が増減する。また区間23に500cm以上の巨大礫が分布し、巨大礫の数ともに大きさも区間23が頂点である。

(13) 礫岩 (図15)

礫岩の巨大礫は56個分布する。分布域は姫川中流部のみである。分布の仕方は区間82に集中するが、あとは点在して分布する。

区間82から73は、区間82の巨大礫数が多く、全体の67.9%を占め、集中分布する。次の区間で巨大礫数は急減少するが、500cm以上の巨大礫が目立ってくる。区間80から下流では巨大礫数は少なく、200cm台の大きさになる。

区間50・49では、区間50で巨大礫が分布し始め、区間49で巨大礫の個数が3個へと増加する。だがこれより下流には分布しない。

3 巨大礫の分布に見られる特徴

各岩石の分布状況を見ると、巨大礫分布の様式に3つのパターンが見られる

(1) 姫川全域に広く分布している岩石

姫川全域に分布している岩石は、変成岩、緑色岩、安山岩である。安山岩の巨大礫は数が多く、姫川全域にわたってほぼ連続し、どこにでも分布している。変成岩と緑色岩の巨大礫は数が少なく、連続せず点在して分布している。

(2) 姫川中流部に集中分布する岩石

姫川中流部から分布し始めるものは蛇紋岩、アルビタイト、砂岩、粘板岩である。4つの岩石ともに姫川中流部の区間64から下流にのみ分布する。砂岩、粘板岩、蛇紋岩の巨大礫は、区間64より下流にほぼ連続して分布するが、アルビタイトは中流部から点在して分布する。

(3) 特定の場所に集中して分布する岩石

チャート、石灰岩、流紋岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、礫岩の巨大礫は、各岩石によって、分布区間は違うが、ある特定の区間に巨大礫が連続して集中分布する所と、まったく分布しない所とが繰り返す。

V 考 察

1 姫川本流の現状

巨大礫分布の考察をする前に姫川河床の現状を踏まえておく必要がある。これまで姫川流域では、地すべりや山崩れ、土石流災害などが頻繁に発生した。このため復旧や防止工事に莫大な公共事業費が投じられている。最近では甚大な被害をもたらした1995年7月の集中豪雨災害や翌年12月の蒲原沢土石流災害以来、姫川河床の変貌は大きい。つまり姫川河床では人為的に河川改修しているところが非常に多い。よって今回の調査の目的である巨大礫の分布を調べる上で、巨大礫が人為的に移動されたり、破碎され取り除かれている可能性を考慮する必要がある。そこで河床の巨大礫への人為的影響の度合いをまず考察し、人為的影響の度合いを3段階に分け図示した(図16)。

(1) 人為的影響の度合い弱 (○印)

ほぼ自然の状態を残している場所を示す。姫川流域で全く人の手が加わっていないところは無いに等しい。どこでも流路に影響が出ない程度の護岸工事などがなされている。中でも源流部、姫川中流部や下流部、河口付近での人為的影響は弱い。また、川幅が広い場所は自然状態を残している。

(2) 人為的影響の度合い中 (●印)

河床への人為的な影響認められ、500m区間内では多少の巨大礫の人為的移動が認められるが、巨大礫数や大きさは自然の状態とほとんど変わらない場所である。このような場所は姫川の約42%を占める。

(3) 人為的影響の度合い強 (×印)

ダムや災害復旧、防止工事のため、自然のままの姫川を大きく変えた場所である。全区間の約30%を占める。特にダムの付近や姫川中流部に多く、1995年災害以降平岩から姫川溪谷にかけては人工の加わった流路となっている。これらの場所における巨大礫は、自然状態より少なくなっている。また、これらの区間の巨大礫分布には二つの特徴がある。巨大礫が移動され、数多く積み重ねられている区間と、人為的に巨大礫が破碎や移動され、河床の巨大礫数が前後の区間と比べて、不自然に少ない区間があることである。

2 巨大礫の分布と地形

姫川河床の巨大礫分布と地形的要因との関係について考察する。

(1) 地形的要因と巨大礫の分布

姫川は他の主要河川に較べても急流な河川である。特に姫川中流部は勾配が大きくなる。そのため姫川本流の侵食量が大きく、図17にも示されるように谷幅が狭くなっている。また、河川に接する斜面は急傾斜を

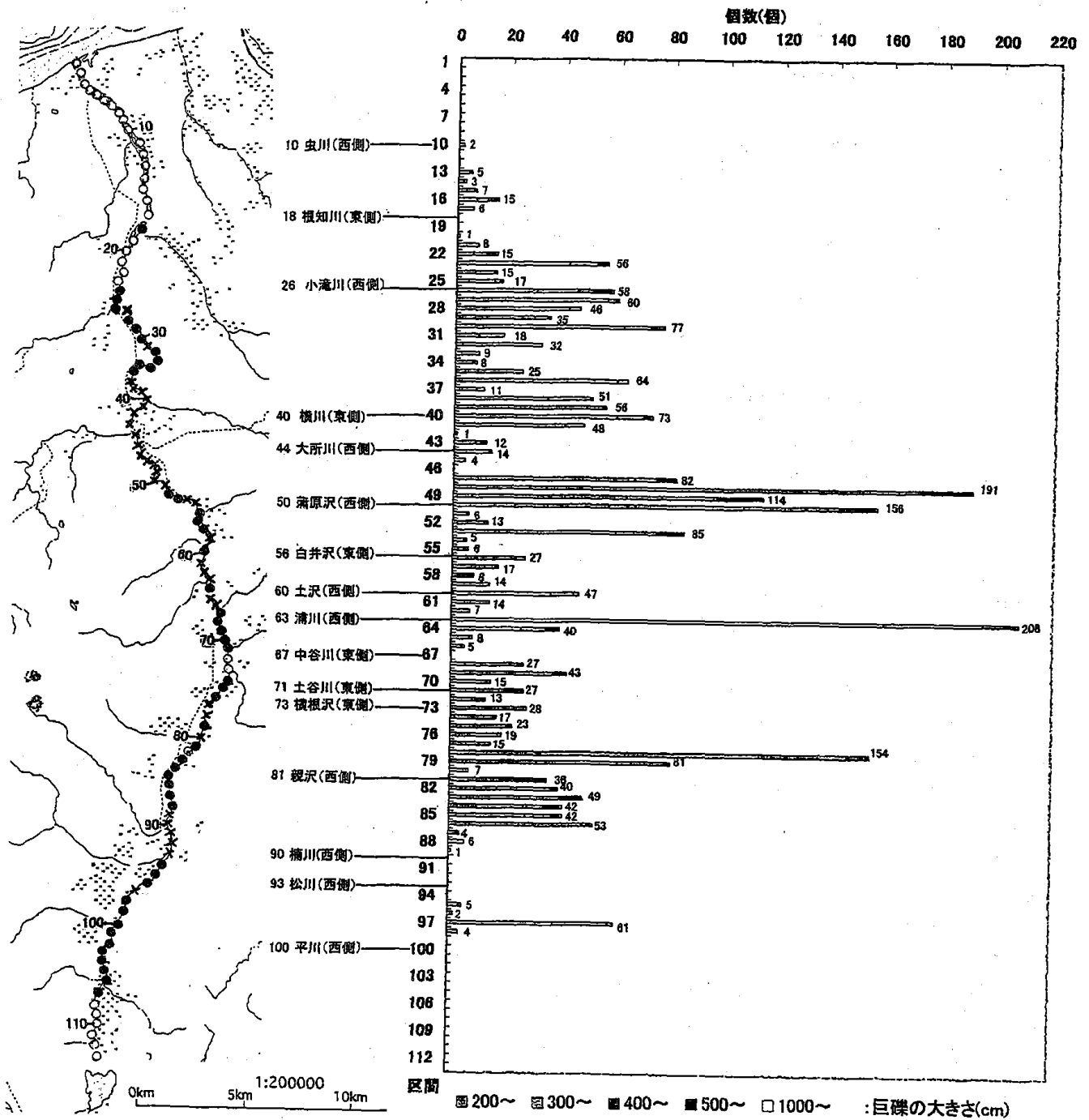


図18 姫川支流合流部の巨大礫数

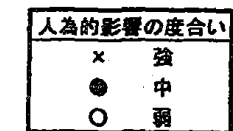


図16 巨大礫への人為的影響の度合い

巨礫数(個)

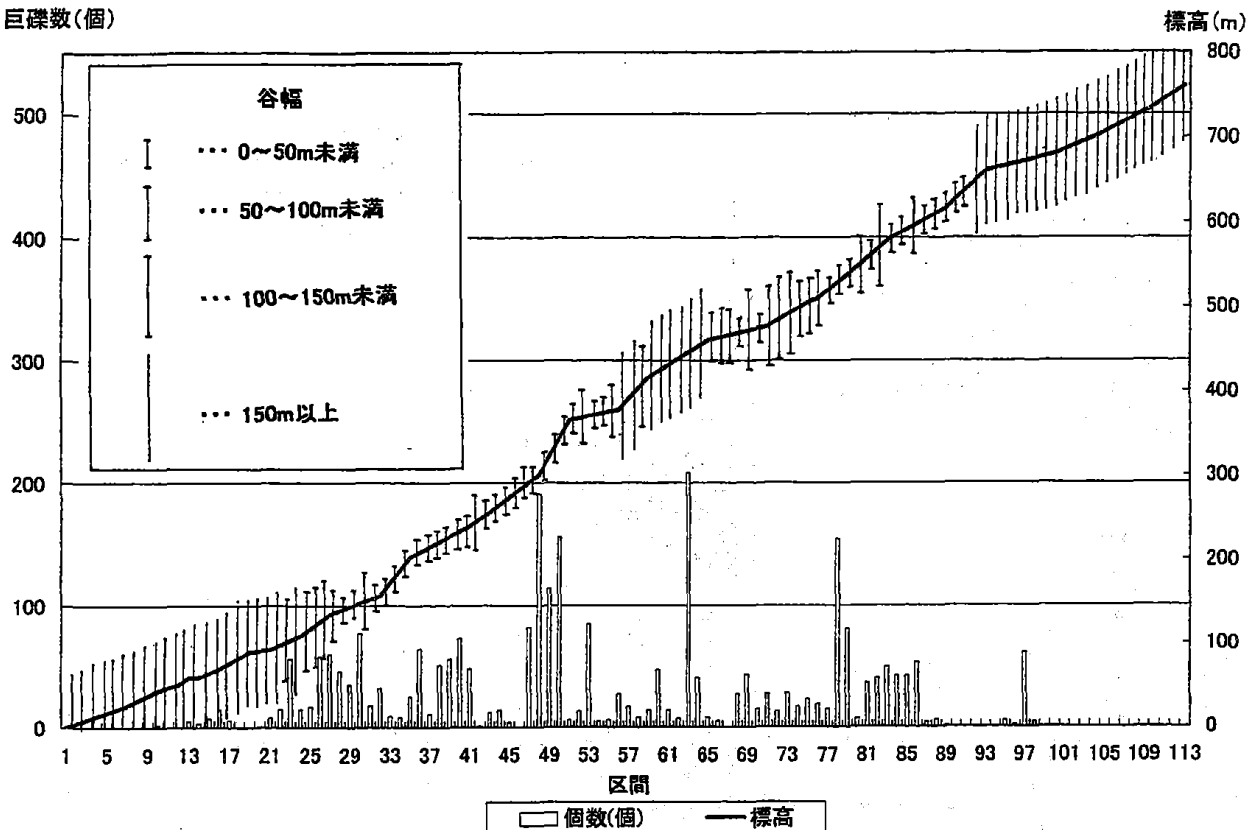


図17 姫川の河川勾配・谷幅と巨大礫分布

形成している。

河川勾配が急で、谷幅が狭い場所では不安定な急斜面が形成され、大規模な崩壊が起こりやすく、巨大礫の供給される可能性が高くなる。区間47から50の区間は、その傾向が顕著に見られる場所である。ここは河川勾配が1000分の44と急峻で、巨大礫の数も3区間連続で100個を超える。これより下流でも峡谷は続き、砂岩や粘板岩の巨大礫が多数分布する。また、全体として巨大礫の多い区間23から86にかけての区間は、姫川の勾配が急な区間である。

以上のことから巨大礫の分布には、河川勾配や谷幅など地形的条件が深く関係していると言える。

(2) 支流と巨大礫の分布

図18は巨大礫の分布と支流の合流点を示したものである。この図から支流の合流部付近で巨大礫が急激に増加することがわかる。従って、巨大礫の供給される要因の一つとして、支流から供給された巨大礫が姫川に運ばれていることを挙げることができる。

これらの代表は、浦川・蒲原沢・親川の合流区間である。浦川が合流する区間60は、姫川で最多の207個の巨大礫が分布する。浦川の上流部には稗田山の大崩壊地などが存在する。古くから浦川は荒廃河川であり、姫川合流付近でも1000分の95の勾配を示す。蒲原沢は

谷が深く、きわめて急傾斜な谷で、姫川合流付近の勾配は1000分の330である。1996年の蒲原沢土石流災害は記憶に新しい。蒲原沢は火山碎屑岩や来馬層の泥岩地域、風化作用の激しい蛇紋岩分布域を深く侵食し、崩壊しやすい流域である。親沢合流点では変成岩や緑色岩の500cmを超える巨大な礫が目立つ。親沢は上流では安山岩体に峡谷をつくり、下流では中古生層を侵食する。姫川合流付近で1000分の110の勾配を示す急流である。

これらの河川はいずれも姫川本流の西側古期岩類地域を流れる共通性をもつ。また、それらの上流に大きな崩壊地を持っている。そのため姫川河床の巨大礫分布に大きな影響を与えている。

3 巨大礫の分布と供給源

巨大礫がどこから供給されたのかを考えるために、巨大礫の岩石種ごとの分布状況と姫川流域に分布する地質との関係を考察する。

(1) 変成岩

変成岩の巨大礫の分布と地質概略図を図4に示す。変成岩巨大礫の分布はほぼ姫川全域であるが、変成岩の地質分布は松川上流部、大所川上流部、小滝川上流部に分布し、姫川沿いでは下流部に見られる(原山ほか、

1996)。この地域で見られる変成岩は、結晶片岩、角閃岩、変斑れい岩、変閃緑岩などである。

図4より姫川中流部の区間85から60までの変成岩は松川上流部から供給され、下流部の区間43から21は大所川上流部、小滝川上流部から供給されたと推測できる。しかし、松川合流部の区間93周辺には巨大礫が見当たらない。松川上流部の変成岩が松川に供給されていることは、白馬村の姫川と松川の合流点から約4km上流部の白馬大橋付近の松川を見れば明らかである。松川河床には変成岩の巨大礫が多数存在しており、巨大礫の大きさも500cmを超えるものも分布する。

区間93周辺に巨大礫が分布しない理由は二つ考えられる。図16に示すように松川合流部は人為的影響が強く、河川の改修工事によって巨大礫が移動されてしまったか、破碎されてしまったことによるためである。もう一つは、松川が合流した後、すぐに通ダムが姫川を堰きとめている。ダム上流はダム湖になっているため巨大礫が埋没している可能性があり、ダムの下流部では改修工事が行われていたので巨大礫がないと推測できる。しかし、松川合流地点から6km離れた区間81には、930cmの巨大な礫が分布する。この巨大礫の供給源は、松川上流部ではなく、親沢にあると考えられる。区間81は親沢の合流部であるが、区間81で巨大礫の数が最大で下流に向かって徐々に減少していく。これは親沢より変成岩が供給された証拠となる。同様に区間63で変成岩巨大礫が多いのは、浦川沿いに変成岩の供給源があると考えられる。

以上のことから、姫川中流部に分布する変成岩の巨大礫は、姫川西側山地から供給されたものである。

(2) 蛇紋岩

蛇紋岩巨大礫の分布と地質概略図を図5に示す。蛇紋岩は主に白馬村、大所川・小滝川上流部、姫川本流沿いの区間58から23に分布する。

区間61から64の蛇紋岩巨大礫は浦川から供給されたと推測できる。浦川上流部には蛇紋岩が分布している。区間21から58の蛇紋岩分布と図5が示す蛇紋岩巨大礫の分布はほぼ一致している。蛇紋岩は風化しやすく、地すべりや崩壊を起こしやすい性質をもつため、蛇紋岩はその近くの場所から供給されたため、両者の分布域が一致すると推定できる。区間26の背後には蛇紋岩の崩壊地があり、ここでは巨大礫の数、大きさともに最大となっている。

(3) アルビタイト

アルビタイトはもともと蛇紋岩中にブロックとして産するため、蛇紋岩の地質概略図とアルビタイトの巨

大礫の分布を示す(図6)。

アルビタイトも蛇紋岩同様に巨大礫の分布とアルビタイトの分布とよく一致しているため、アルビタイトの供給源は姫川本流から近い場所と推測できる。例えば区間58に830cmの巨大礫が分布するが、そのすぐ背後に蛇紋岩の崖がそびえている。しかし、区間22に分布する1850cmのアルビタイトは、現在の姫川の流路から離れた場所にあり、過去の時代に供給されたものであろう。

(4) 緑色岩

緑色岩巨大礫の分布と地質概略図を図7に示す。姫川流域には緑色岩類の広い分布域なく、既存の地質図等にも示されていない。しかし、姫川支流の松川や親沢には、緑色岩の巨大礫が分布している。姫川河床における緑色岩巨大礫の分布域の東側には新生代層が分布する。従って、河床の巨大礫は、姫川西側山地の古期岩類中から供給されたものと推測される。

この西側山地の緑色岩は、変成岩と同様に、第四紀の火山活動によって広く覆われているため、分布域が隠されていると考えられる。また、緑色岩は古い時代に西側山地から供給され、それらが姫川河床に残っている可能性もある。区間73小谷村下里瀬に分布する1220cmの巨大な緑色岩礫は、かなり古い時代に運ばれた礫と考えられる。

(5) チャート

チャート巨大礫の分布と地質概略図を図8に示す。チャートは古生層の中に帯状で分布する。チャート巨大礫の分布とチャートの分布はほぼ一致している。従って、これらは姫川沿いから供給されたものと考えられることができる。

(6) 石灰岩

石灰岩は、小滝川の明星山周辺に広く分布する。古生層には石灰岩が含まれるが、いずれも小規模な岩体である。従って、巨大礫は少ない。

(7) 砂岩

砂岩巨大礫の分布と地質概略図を図10に示す。姫川河床で確認した砂岩巨大礫は、古生層の硬砂岩と来馬層の砂岩である。両時代の地質分布を図10に示す。姫川西側における砂岩の分布域は広範囲にわたっている。また、姫川本流沿いには区間17から63に砂岩が分布する。

姫川本流沿いの砂岩の分布と、巨大礫の分布は一致しているため、砂岩巨大礫の供給源は姫川本流沿いであると推定できる。区間52より下流では、谷幅も狭く、砂岩の供給源と一致するため現地性に近い巨大礫が多

い。

(8) 粘板岩

粘板岩の巨大礫の分布と地質概略図を図9に示す。粘板岩は古生層に含まれる。分布域は飛騨山脈と姫川本流沿いである。粘板岩も砂岩同様に、粘板岩の分布と一致して巨大礫が分布する。

姫川上流部の支流域には粘板岩が分布するが、姫川には巨大礫が見られない。しかし、粘板岩の巨大礫は支流の松川、親沢に分布している。それらの大きさは松川で500cmを超え、親沢で300cmぐらいの礫が見られる。松川合流点付近で粘板岩巨大礫がないのは、人為的影響と考えられる。区間48周辺では粘板岩が集中分布し、角張っているものが多くすぐ近くから供給されたものである。区間41から下流では粘板岩の分布と良く一致し、巨大礫が集中分布する。

(9) 流紋岩

流紋岩の巨大礫の分布と地質概略図を図11に示す。姫川本流沿いでは区間62から66、区間33に分布している。姫川本流沿いの流紋岩の分布と巨大礫の分布は一致しているが、区間37から39、区間23から26の流紋岩巨大礫は流紋岩の分布と一致しない。しかし、区間37から39は流紋岩の分布を中流部にもつ横川が合流する付近なので、その影響で巨大礫が分布していると推測できる。区間23から26では背後に流紋岩の分布があるので、巨大礫の供給と関連している。

(10) 安山岩

安山岩の巨大礫の分布と地質概略図を図12に示す。姫川東側には新第三紀の安山岩溶岩が、姫川西側には第四紀の白馬乗鞍火山地域の安山岩溶岩が分布する。

区間60から98、区間13から17は安山岩の分布域と一致しているため、現地性に近い安山岩巨大礫である。立山の崩壊地である区間69には集中分布している。

しかし、区間21から61までは、姫川本流沿いに安山岩の分布が無いが、巨大礫は分布する。これらは上流川から運ばれたものである。

区間63と区間78には、巨大礫が100個以上分布する。区間63は浦川合流部であり巨大礫が多い。集中分布する区間78や63の下流区間では巨大礫数が急に減少する。これは、人為的に巨大礫が移動されたか、逆に周辺の巨大礫がまとめられたことに原因があると思われる。

(11) 凝灰角礫岩

凝灰角礫岩の巨大礫の分布と地質概略図を図13に示す。凝灰角礫岩は新第三紀のものであり、これらは安山岩の分布域と共通である。この分布域と凝灰角礫岩巨大礫の分布とはほぼ一致している。

区間97は背後山地から、区間56から60の礫は上流から運ばれたものである。

区間85周辺には、径10mを超えるものが分布する。これらは1714（成徳4）年の地震時に、岩戸山凝灰角礫岩溶岩層が大崩壊をした名残である。凝灰角礫岩の巨大礫は流下せずに、現地性に近い形で当時のまま存在している（平林、1993）。

(12) 溶結凝灰岩

溶結凝灰岩の巨大礫の分布と地質概略図を図14に示す。この地域に分布する溶結凝灰岩には、古第三紀から新第三紀にかけての岩石があり、石坂流紋岩はその代表である。

河床に分布する溶結凝灰岩の巨大礫には、3種類のタイプがみられた。姫川上流部から中流部にかけて分布する溶結凝灰岩はほぼ同じ種類である。これと同じ溶結凝灰岩巨大礫は松川にも分布する。このことから区間70から88で見られる溶結凝灰岩は松川流域起源、もしくは姫川西側の支流起源のものである。しかし、巨大礫の数が多い区間86の礫は、種類の異なる溶結凝灰岩である。区間26より下流に分布する溶結凝灰岩は、石坂流紋岩の仲間である。これらは姫川沿いの溶結凝灰岩から供給されたものである。

(13) 礫岩

礫岩巨大礫の分布と地質概略図を図15に示す。姫川本流には固結度の低い第四紀始めの礫岩と、来馬層の礫岩からなる巨大礫が分布する。

区間73から82には、第四紀層の礫岩巨大礫が分布する。この種の巨大礫が最も多く分布する区間82は、風張山の崩壊跡地である。砂岩礫岩からなる風張山は、1939年4月21日に姫川に向かって崩落し、姫川をせき止めた（平林、1993）。区間50・51の礫岩は来馬層の礫岩である。これらは蒲原沢から供給されたものである。

以上のように、姫川中流部に広く分布する砂岩、粘板岩、蛇紋岩、アルビタイトの4種類の岩石は、巨大礫の分布と各岩石の分布域が一致し、巨大礫が現地性に近いものである。

チャート、石灰岩、流紋岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、礫岩の巨大礫は、特定の限られた場所に集中分布する。これらの巨大礫分布と各岩石の分布域は一致しているため、巨大礫は現地性に近いものである。巨大礫の分布の仕方が、集中している所と、そうでない所の繰り返しは、姫川本流沿いに面している地質が狭い範囲に分布するためと考えられる。

変成岩、緑色岩、安山岩の巨大礫は、姫川全域に広く分布する。変成岩、緑色岩の巨大礫は、姫川西側の

山地から供給されたものである。安山岩巨大礫は区間60より上流では安山岩の分布域と一致しているため現地性に近い。しかし、区間61より下流のものは、上流から流されてきたものである。

また、姫川本流沿いに分布する巨大礫種の割合と、姫川本流沿いに分布する地層の分布割合とを比較してみた。姫川本流沿いに變成岩と緑色岩は分布しないため、これらが現地性でないことがわかる。また、安山岩・砂岩・粘板岩・蛇紋岩・アルビタイト巨大礫の割合は、地質分布の割合とほぼ一致する。このことからこれらの巨大礫が現地性に近いものであることを示している。

つまり、巨大礫の多い姫川中流部は、巨大礫を供給する環境にあり、大規模な崩壊や地すべりなどが多い場所であることを物語っている。

VI まとめ

(1) 姫川河床には長径200cm以上の巨大礫が2719個分布し、それらのほとんどは、長径200～400cmのものである。姫川河床には10mを超える巨大な礫が8個分布し、500cm以上の巨大礫は108個分布する。

(2) 巨大礫は變成岩、蛇紋岩、アルビタイト、緑色岩、チャート、石灰岩、砂岩、粘板岩、流紋岩、安山岩、凝灰角礫岩、溶結凝灰岩、礫岩の13種類からなる。

(3) 巨大礫は姫川上流域や河口付近にはなく、姫川中流部を中心に集中分布する。中でも河川勾配が急峻で峡谷の場所と古期岩類地域を流れる支流との合流点に巨大礫が多く供給されている。

(4) 巨大礫の分布には3つのパターン1) 分布域が姫川全域であるもの、2) 姫川中流部から下流部にかけて分布するもの、3) ある特定の狭い場所に集中分布するものがある。これらは岩石種によって異なる。

(5) 地質分布と巨大礫の分布を比較すると、變成岩や緑色岩以外の岩石は、地質と巨大礫分布がほぼ一致し、これらの巨大礫は現地性に近いことを示す。

文 献

- 赤羽貞幸(1979) 北部フォッサ・マグナ地域における後期新生代の地質構造発達史(I)。信州大学教育学部志賀自然教育研究施設研究業績, 18, 1-23.
- 赤羽貞幸(1997a) なぜ多くの地盤が崩れたのかー小谷村集中豪雨に伴う地盤災害ー。小谷村梅雨前線豪雨災害の記録, 49-54.
- 赤羽貞幸(1997b) 姫川支流の蒲原沢土石流災害とその地質学的背景。地球科学, 51巻4号, 257-262.
- Chihara, K., Komatsu, M., Uemura, T., Hasegawa, Y., Shiraishi, S., Toshimura, T., Nakanizu, M. (1979) Geology and Tectonics of the OMI-RENGE tectonic belt, Sci. Rep. Niigata Univ. Ser. E.. Vol 5, 1-61.
- 原山智・滝沢文教・加藤碩一・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久(1996) 20万分の1の地質図幅「富山」。地質調査所。
- 姫川団体研究グループ(1958) 糸魚川ー静岡構造線北部にそう地帯の第三紀層。地質学雑誌, 第64巻, 第756号, 431-444.
- 平林照雄(1971) 北安曇郡の地形地質。北安曇誌, 第一巻, 北安曇教育委員会, 1-78.
- 平林照雄(1993) 小谷村誌自然編。小谷編纂委員会, 15-233.
- 石井清彦(1937) 7万5千分の1白馬岳図幅説明書。地質調査所, 1-78.
- 笹本正治(1998) 災害文化と伝承ー長野県小谷村の土石流災害と伝承ー。京都大学防災研究所年報, 第41号, 63-75.
- 白石秀一(1978) 来馬層群の層序学的・堆積学的研究。新潟大学理学修士論文。
- 富沢恒雄・北原勇(1967) 長野県北安曇郡小谷村姫川中流域の地質。地質雑, 70, 163-170.