

Title	 富士川流域春木川における堆積地の変遷
Author(s)	清水, 宏; 馬場, 仁志; 東, 三郎
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 39(1), 55-94
Issue Date	1982-05
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21065
Туре	bulletin (article)
File Information	39(1)_P55-94.pdf



富士川流域春木川における堆積地の変遷*

清水 宏** 馬場仁志*** 東 三郎***

Morphological Study on the Deposits of Haruki-gawa River in Fuji River Basin

By

Hiroshi SHIMIZU^{*}, Hitoshi BABA^{**} and Saburo HIGASHI^{**}

目 次

はじめに	56
1. 調査方法と調査対象流域	56
1-1 調 査 方 法	56
1-2 調査対象流域	58
2. 渓床堆積地の実態	58
2-1 渓床堆積地	58
2-2 分布と形態	59
2-2-1 春 木 川	59
2-2-2 タル沢	59
2-2-3 大春木沢	60
23 植生侵入	61
2-4 礫径と礫の配列	62
3. 堆積地の形成年代	64
3-1 ※害と淫酔林	~ .
	64
3-2 形成年代	64 66
3-2 形成年代 3-2-1 春木川 ······	64 66 66
3-2 形成年代 3-2-1 春木川 3-2-2 タル沢	64 66 66 67
3-2 形成年代 3-2-1 春木川 3-2-2 タル沢 3-2-3 大春木沢	64 66 66 67 68
3-2 形成年代 3-2-1 春木川 3-2-2 タル沢 3-2-3 大春木沢 4. 堆積土石量	64 66 67 68 69
3-2 形成年代 3-2-1 春末川 3-2-2 タル沢 3-2-3 大春末沢 4. 堆積土石量 4-1 分 布	64 66 67 68 69 69
 3-2 形成年代 3-2-1 春木川 3-2-2 タル沢 3-2-3 大春木沢 4. 堆積土石量 4-1 分布 4-2 堆積年代別土石量 	64 66 67 68 69 69 69
3-2 形成年代 3-2-1 春末川 3-2-2 タル沢 3-2-3 大春末沢 4. 堆積土石量 4-1 分 布 4-2 堆積年代別土石量 5. 堆積地の変遷	64 66 67 68 69 69 69 70
 3-2 形成年代 3-2-1 春木川 3-2-2 タル沢 3-2-3 大春木沢 4. 堆積土石量 4-1 分 布 4-2 堆積年代別土石量 5. 堆積地の変遷 5-1 堆積地形成の基本形(堆積と洗掘) 	64 66 67 68 69 69 69 70 70

* 1981 年 8 月 31 日受理 Received Aug. 31, 1981.

** 国土防災技術株式会社技術本部

Engineering and Project Division, Japan Conservation Engineers Co., Ltd.

*** 北海道大学農学部砂防工学研究室

Laboratory of Erosion Control Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

北海道大学農学部演習林研究報告 第39卷 第1号

5-3 形成と消滅	72
6. 渓床内堆積空間の判別	73
6-1 渓床地形	73
6-2 堆積地と渓床拡幅部	73
6-3 堆積地の変遷 (土石移動) と堆積空間	75
7. 要 約	77
参考文献	77
Summary	79
付 図	80
付 表	86

はじめに

渓床堆積土石の防災上の重要性について、過去、新沢³⁵⁾、小出²³⁾により指摘されたが、流 域の荒廃、災害の直接原因として山崩れが注目されただけで、渓床堆積土石についての具体的 な調査方法はいまだ確立されていない。

渓流における土石流出現象の研究は、1950年以降浮流砂公式、掃流砂公式による水理学的 研究が発展してきた。しかし土石の移動は水と異なり、諸所に停滞することからその運動は不 連続であり、水の理論により土石の移動現象を十分に説明し得ないのが現状である。

渓流における土石はその流出過程で堆積し渓床堆積地を形成する。そして実際の渓流でみ られる堆積地は当該流域の地形・地質・降雨・崩壊(土石生産)等の結果を集約的に現わして いるものである。すなわち、長い年月にわたる歴史的所産であるということができ、このよう な視点から、渓床堆積地を流域の特性すなわち土石移動の情報を得る手段として利用すること は、これからの砂防計画をたてる上で有用な方法であると考えられる。そこで筆者らは、わが 国の荒廃渓流としてその筆頭にあげられる富土川支流春木川を選び、最近の堆積地の変遷につ いて調査し、考察を行なった。なお、現地調査は1980年11月に実施した。

本研究に当り,種々御指導頂いた北海道大学農学部砂防工学研究室新谷融助教授,現地調 査において御便宜頂いた建設省関東地方建設局富士川砂防工事事務所および国土防災技術株式 会社の関係各位に対し謝意を表します。

1. 調査方法と調査対象流域

1-1 調 査 方 法

荒廃渓流において,過去発生した土石移動の経過は渓床に現存する堆積地に,位置,形 態,形成年代,形成因(侵食過程)等に表現されている。このような堆積地が形成される要素 として,

i 地形的要素

・谷幅 (狭さく部, 拡幅部))

・上・下流の地形の関係

・勾 配 (立体的要素)

・堆積(空間)形態

ii 土石移動要素(材料的要素)

·供給量(移動規模)(量的要素)

移動頻度(土石の質的要素)

iii 堆積土石の要素(変動的要素)

- ・安定化の条件
- ・再移動 (洗掘) の難易
- ・再移動の機会

があげられる。

本研究は、渓床堆積地について上記の要素を質的に、量的に、また時間的空間的に分析 し、再び歴史的経過にそって組立てることにより、渓流における堆積地の形成と消滅の過程を 把握しようとするものである。

そして,具体的調査方法としては渓床堆積地として100年以内に形成されたものを対象とし,堆積地の位置,堆積面上の植生,礫径と礫の配列状態,堆積量と渓床地形を調査し,堆積地の推移、土石移動と渓床地形(渓床内堆積空間)との関係について考察した。



図一1 春木川流域 Fig. 1. Haruki-gawa River.

1-2 調查対象流域

春木川は赤石山地の東南端に位置し、七面山 (1982 m), 鷹取山 (1036 m), 身延山 (1153 m) に囲まれた流域面積 20.8 km² の流域で早川町角瀬で早川に合流している (図-1)。春木川の地 形的特徴は 表-1 に示すとおりである。

		Haruki-gawa R.	Taru-sawa R.	Oharuki-gawa R
drainage area (km²)		20.8	5.9	1.9
drainage length (km)		15.4 4.3		2.3
slope of stream b	ed	0.05	0.08-0.30	0.20-0.40
width of stream bed (m)	max. min.	150 30	80 15	230 25
relief energy (m)		1656.4	1300	1352

表—1 春木川の地形 Table 1. Topography of Haruki-gawa R.

春木川は表にみられるように急峻な山岳地形を示し、特に大春木沢では七面山の東側傾面には大崩壊があり春木川最大の土石生産源となっている。

春木川周辺地域の地質は、西側から東に漸次新しい地層が帯状に配列し、西側より四万十 帯の小仏層群(白亜紀)、三倉層群(古第三紀)、瀬戸川層群(古第三紀)と富士川累層群(新第三 紀)が分布している。

春木川流域は,左岸側は瀬戸川層群が分布し,岩相は粘板岩,千枚岩,砂岩粘板岩互層で あり,粘板岩が優勢で全体的に節理,片理が発達し,小規模な破砕帯が多く風化は著しい。

右岸側は新第三紀の富士川累層群が分布し、岩相は安山岩質火砕岩類で主に安山岩質凝灰 角礫岩である。瀬戸川層群と富士川累層群は糸魚川一静岡構造線によって切られ、春木川はこ の構造線による断層谷である。

2. 溪床堆積地の実態

2-1 溪床堆積地

土石の堆積により形成される地形は、扇状地、河岸段丘、自然堤防、土石流段丘、洪水段 丘、砂礫堆、砂堆、砂州等があげられ^{4,7,20,28,29,30,32,45}, これらのうち、扇状地、河岸段丘、自然 堤防はいわば地学的な時間スケールで形成される地形である。地形学上一般に扱われる自然堤 防^{20,28)}は、時間スケールの大きな平野部で起こる現象であるが、荒廃渓流では小規模ではある が一洪水で類似の自然堤防が形成される。

本研究で扱う渓床堆積地は、治山・砂防で対象とする土石移動現象に起因する堆積地を意 味し、たとえば、常願寺川、安部川の段丘のように歴史的な大地震の結果形成されたという極 く大規模な土石移動による現象は除き、一般的に治山、砂防で扱われる100~150年の時間ス ケール内で発生し、形成される堆積地形を対象としている。

また、このように形成された堆積地は、地形学上扱われる堆積地形と異なり、形成されて から存続する時間は短かく、ここでは治山・砂防工学上の時間スケール、すなわち、100年間 くらいで形成され、消滅してゆく堆積地形を対象とする。

したがって、先にあげた堆積地形のうち、一洪水で形成されるような自然堤防、土石流段 丘(堆積)、洪水段丘、砂礫堆、砂堆等と呼ばれているものを総称して渓床堆積地として扱うこ とにする。

春木川においては、大春木沢最上流部七面山東面に面積約56 ha の大崩壊があり、これか ら流出する土石により春木川が埋積され、その後侵食・堆積を繰り返し、いわゆる河岸段丘、 土石流段丘が形成されている。これらの河岸段丘は現渓床面から最大比高19 m に位置し、常 願寺川の段丘³⁰⁾(比高100 m)、安部川の段丘²⁹⁾(比高70 m)に比べると相当低いことがわかる。

2-2 分布と形態

2-2-1 春 木 川

春木川本流下流部における堆積地の分布を 付図-A1 に示す。 ダム堆砂面上は平坦面を形成し、堆砂影響範囲外では主に右岸側に高位堆積地が谷壁に密着するように長く分布し、渓床 中央部ではレンズ状に堆積地がとり残されている。

レンズ状にとり残された堆積地は、SP 650~SP 750、SP 850~SP 950、SP 1730~SP 1880、 SP 2030~SP 2180 に典型的なものがある。階段状の 堆積地は、SP 1930~SP 2280 の間にあり、図-3 (SP

2080) にみられるように 3~5 段の階段を呈している。 階段状堆積地のある付近の最高位の堆積地は水路

面より比高17mに位置している。

春木川で他の区間に分布する堆積地は 図-2, 図-3 (SP 700) に典型的にみられるように,比高5m内外 で、単独で形成されているものが多い。

また, 同図において旧流路が多く, 同時に堆積地 面上で氾濫, 冠水の痕跡が多数残されている。

2-2-2 タル沢

タル沢における堆積地の分布を付図-A2に示す。 タル沢では SP 0~SP 400 の間ではほとんど堆積地は 認められず, SP 400 より上流では渓床に全面的に堆積 が形成されている。

図-4 (SP 750) にみられるように、SP 1300 より





下流では比高5m以内の堆積地が渓流全面 に分布しSP1300より上流で一部階段状堆積 地が成形されている。堆積地の比高は階段状 堆積地で高く、最大7.5mである。他の区間 では一般に比高は低く、堆積地相互間でも比 高差は少ない(写真-1)。

タル沢では春木川の他の区間に比較して 旧木路の発達が著しく,旧堆積面上の平面的 な洗掘と堆積崖の側方洗掘区間では水路が痕 跡となっている。

なお, SP 250 より下流では, 谷幅は 15 m 内外となり堆積地はなく流過区間となって いる。

2-2-3 大春木沢

大春木沢における堆積地の分布を 付図-A3に示す。大春木沢では SP 450 より下流 SP.1350

図—4 タル沢の典型的な横断形 Fig. 4. Cross section of Taru-sawa R.

20m

は扇状地形を呈し、上流の大崩壊地からの土石供給量が多いことから大規模な堆積地を形成している。また、これより上流 SP 800 までの間では一面に堆積地が形成され、SP 0~SP 450、

SP 600~SP 800 の間では 3~4 段の階段状 堆 積地がみられる。

SP 500~SP 650 の間ではダムにより一 面に若い堆積地が形成され, SP 800 より上流 では谷壁にそって小規模な堆積地がみられ, SP 1050 より上流は谷幅が 20 m 内外となり 堆積地は形成されていない。

堆積地の比高は、図-5 に典型的に示され るように、下流扇状地部で15 m、上流部で 19 m となっている。近年形成され、渓流の中 央部にレンズ状にとり残された堆積地は比高



写真-1 階段状堆積地 (タル沢) Photo 1. Terrace deposits in Taru-sawa R.

5m内外である。下流部では、堆積地の比高は高く水路の変動はほとんどみられないが、昭和 54年災害時に左岸側の旧堆積面上(比高10m)への土石の堆積をみている(写真-2,3,4)。







Fig. 5. Cross section of Oharuki-zawa R.

2-3 植生侵入

春木川流域のうち調査区間は標高 400~700 m にあたり, 植生はほとんど伐採を受けた二 次林でクリーミズナラ群落となっている。渓床内の植生は一般に河原, 河畔に見られるように ヤナギ, ハンノキ, ヤシャブシが多く, いわゆる先駆樹種の群落を形成している。

先に述べたように、比高の異なる種々の堆積地がみられるが、現流路または旧流路に近い



写真-2 旧堆積地への土石のかぶり(大春末沢) Photo 2. Covering with sand and gravels newly on the deposit.

低位堆積地では植生はみられず,逆に高位堆 積地では樹高の高い安定した樹林がみられ る。同一堆積面上では他の調査研究結果^{1,} ^{5,9,13,19,27,35,44)}にみられるように同齢林分を形 成している場合が多い。

堆積面上の植生は,林分形成後の土石流 出により樹幹に損傷のみられるもの,土石 の堆積のために樹幹の埋没したものがみら れる。

堆積面上の洗掘が著しく,部分的に裸地 化した区間には周囲の林分より若い同齢林分



写真一3 階段状堆積地 (大春木沢) Photo 3. Terrace deposits in Oharukizawa R.



写真-4 土石流出状況(大春木沢) **Photo 4.** The sand and boulders flowed out.

が形成されている。また、堆積により樹幹の埋没をみた堆積地が再度洗掘された区間、カ所で は不定根が露出している(写真-5, 6)。

堆積地の形成年代を判定する目的で付図-A4に示す地点で111本の供試木を採取した。 各試料の年輪解析結果を付表-A1~A3に示す。

植生の侵入年代,樹皮の巻き込み,不定根の発生年代は土石移動年代を表わし,これら は,規模の大小は別として,春木川において毎年土石移動現象が発生していることを示して いる。

2-4 礫径と礫の配列

線格子法によりサンプリングした堆積地の表面礫径の分布は 表-2 にみられるように,平 均粒径 (*d_m*) は 300 mm 以下で,ダム堆砂面上では 62~72 mm,ダム下流部では 200~300 mm と礫径は大きくなる。

タル沢では SP 200 付近と SP 1650 の狭さく部で碟径は比較的大きくなっている。大春木



写真-5 旧堆積地の洗掘により露出した 樹幹と不定根(春木川)

Photo 5. The trunk and adventitious root exposed by scouring.



写真-6 埋積した樹幹と不定根の発生状況 (タル沢)

Photo 6. The adventitious root.

	表	-2	礫	径	0	分	有	特	性		
Table	2.	Cł	ara	cte	eris	stic	s c	of g	grain	size	

	Section	d_m (mm)	d _{max} (mm)	note
Haruki-gawa R.	SP.0~SP.50	62	443	sedimentation of sabo dam
	SP. 50	310	1067	
	SP. 150~SP. 700	60	207	
	SP. 750~SP. 1530	194	1263	
	SP. 1580~SP. 1730	55	490	sedimentation of sabo dam
	SP. 1780~SP. 2230	298	1767	
	SP. 2280~SP. 2570	74	367	sedimentation of sabo dam
Taru-sawa R.	SP. 150~SP. 300	210	2033	transportation area
	SP. 350~SP. 1250	117	767	
	SP. 1250~SP. 1600	72	393	
	SP. 1650	337	1037	transportation area
Oharuki-zawa R.	SP. 200	34	57	
	SP. 300	176	713	
	SP. 600~SP. 1000	85	530	

沢の礫径は他の区間に比べて小径である。

最大礫径は、ダム下流部と狭さく部で大きくなる傾向を示し、大春木沢では平均粒径の場 合と同様に他の区間に比べて小径である。 碟の配列状態は、土石の流出形態を現わ し、昭和54年10月に流出したと考えられる堆 積地の側崖にみられるものでは春木川、大春 木沢で層状構造を示し、他の古い堆積地では、

春 木 川	SP 150	5年堆積地
	SP 500	5年堆積地
	SP 800	13年堆積地
	SP 1700	10年堆積地
	SP 1800	6年堆積地
大春木沢	SP 600	6年堆積地



写真一7 堆積崖にみられる礫の層状配列 (春木川) **Photo 7.** Sorting of sediments.

で層状構造が認められる(写真-7)。

疎が混合状態で堆積したものは認められないことから春木川における礫は層状に堆積する ことが特徴であるといえる。特に昭和54年10月には大春木沢、タル沢合流点付近には20万m³ 弱の土石の堆積があったといわれ²²⁾、この時、層状に堆積していることから、相当大きな規模 の流出土石も層状に堆積することが推定される。礫が層状に堆積する場合は掃流形式で運搬さ れ、礫が混合状態で堆積してりいる場合は集合形式で運搬されたものと⁴²⁾判断されるが、春木 川における流出土石は非常に大量であるものの、前記の基準からみると掃流形式により流出し た土石であると考えられる。

3. 堆積地の形成年代

3-1 災害と溪畔林

地すべり、山崩れ、土石流、洪水等により裸地が形成されるとそこに先駆植生が侵入す

る^{3,9,27,44})。逆に樹木の年輪を利用することに よって裸地形成年代を推定できる^{2,3,9,35,37)}。 また,土石移動により受ける樹幹の損傷や樹 幹の埋積による不定根の発生,樹幹の傾倒に より形成されるアテ材,上伸枝も同様に裸地 形成,土石移動の指標として利用できる^{3,9,12)} (写真-8)。

過去において樹木年輸により裸地形成年 代を推定したものとしては、渓流における堆 積地形成年代の推定^{2,5,6)},土石円錐の形成周 期および砂礫州の形成周期の推定³⁵⁾,扇状地 の土石移動過程の推定^{14,38)},アテの形成と地



写真―8 土石の衝撃により形成された樹皮の 巻込み (タル沢)

Photo 8. Wounded stump formed by a damage of debris flow.

すべり変動10),崩壊発生後の年月の推定等37)があげられる。

さて、春木川流域において付図-A4に示す111ヵ所で年輪解析用の供試木を採取したが 積地形成後数10年を経過した場合、先駆侵入した樹種が他の樹種へと変換すること、二次的 に樹木が侵入することにより同時期に形成された堆積地であっても樹齢が異なる場合が多いこ とから、このような場合、最も古い樹木を資料として採取し誤差が少なくなるようにした。付 表-A1~A3のうち、土石移動の明らかな時間情報として侵入年代、樹皮巻込み、不定根をと り年代別出現度数を図-6に示した。



Fig. 6. The number of marks and the area of desosits in each age.

山梨県下で発生した災害のうち樹木の年輪および痕跡と年代的に対応すると思われる災害 を対比してみると、表-3に示す災害と関連していることがわかる。土石移動の結果形成される 堆積地のうち歴史的に残存する堆積地は安定度の高い堆積地である。このことは、堆積地がそ の後の洪水により侵食されていないこと、すなわち、堆積地が消滅しないことを意味し、当時 発生した現象の規模が大きく、その後これを上回るような現象が発生していないこともあわせ て判別できる。

★──5 田梨県り火舌り産	5	歴	の	害	蜒	D	県	鋫	Ш	-3	- 表-
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	------

		,	precipitat	ion (mm)	2 2 4 2
year	month	day	total	per day	note
1907 (M. 40)	Aug.	22~28	327	132	tyhoon
1910 (M. 43)	Aug.	2~17	583	223	frontal preciptiation
1920 (T. 9)	Aug.	2~ 6	155	96	tyhoon
1935 (S.10)	Sept.	21~26	420	186	frontal precipitation
1938 (S.13)	Jun.	28~30	260	130	frontal precipitation
1943 (S.18)	Aug.	4~ 5	133	131	tyhoon
1945 (S.20)	Oct.	3~ 5	308	245	frontal precipitation
1950 (S.25)	Aug.	2~ 7	160	111	frontal precipitation
1954 (S.29)	Sept.	17~18	110	66	tyhoon
1959 (S.34)	Aug.	12~13	195	160	tyhoon
1966 (S.41)	Sept.	21~25	179	66	tyhoon
1974 (S.49)	Aug.	8	202	202	tyhoon
1976 (S.51)	Sept.	7~14	577	297	tyhoon
1979 (S.54)	Oct.	18~19	381	295	tyhoon

Table 3. The history of the disasters in Yamanashi prefecture

一般に大災害の場合、土石流出規模は大きく、このため氾濫面積、堆積面積は大きくな る。樹木年輪と該当する堆積地の面積を対比してみると図-6において、堆積地面積のピーク と先にあげた災害記録とはよく一致し、例えば、1670年より以前では1923年、1944年、1961 年、1968年の堆積地面積が広くなることから、各々のほぼ1年前の流出土石量は相当大規模で あったものと推定できる。このように、樹木年輪は土石移動時期を推定する手段として有用で あり、先にあげた大規模土石移動以外に対応する樹木年輪も相応の土石移動時期(堆積地形成 時期)を表わしているものと考えられる。例えば図-6において1960年以降毎年みられる樹木 年輪から規模の大小、移動地点の別はあるとしても、毎年土石移動があり、堆積地が形成され ているこるとを示している。

3-2 堆積地形成年代

3-2-1 春 木 川

春木川における堆積地の位置とその形成年代を図-7 に示した。 形成年代については、樹木年輪により堆積地形成年代を推定するに当って1~2 年の誤差はあるるものの絶対年代を推定することはできないため、樹木年輪をもって形成年代とした。

SP 0~SP 500 の間は近年ダム堆積土石の採取が行なわれ、古い堆積地はみられない。古い 堆積地は SP 1900~SP 2500 の間にみられ、1920 年から 1945 年にかけて形成されている。他の 堆積地は 1967 年より新しい堆積地で、形成位置は、



1970年堆積地 :	SP 1600~SP 2050
1973年堆積地 :	SP 50, SP 1300~SP 1500
1974, 1975 年堆積地 :	SP 100~SP 750, SP 1600~SP 2300
1977, 1978, 1979 年堆積地:	SP 600~SP 1500

のようにブロック状にしかも交互に分布している。植生侵入のみられない0年堆積地は、ダム 堆砂面上に多くみられる。なお、昭和34年災害時に形成された堆積地はみられず、昭和41年 災害時に形成された堆積地は、SP 700~SP 900' SP 1900~SP 2200 の間で認められる。

3-2-2 タ ル 沢

タル沢における堆積地の位置とその形成年代を図-8に示す。 形成年代については春木川 と同様の扱いをしている。 形成年代は1970年より古いものは、年代的にも位置的にも散在し ている。1970年より新しい堆積地は、

1970, 1971, 1972, 1973 年堆積地: SP 900~SP 1600

1976, 1977, 1978, 1979 年堆積地: SP 400~SP 1600

に分布し、植生侵入をみない0年堆積地は400~1300にブロック状に分布する。

これは、 堆積地の形成地点(土石移動地点)が、 上流から下流へと移行しているものと考 えられ、たとえば、1970~1973 年には堆積の先端が SP 900 であり、1976~1979 年の堆積地の



Fig. 8. Ages of forming deposits in Taru-sawa R.

先端は SP 400 となり、約5年の間に 500 m 前進している。また、SP 1300 にある 1964 年の堆 積地は 1967 年には SP 600 まで前進していると考えられ、新谷による前進型²⁾ の土石移動型態 である。

3-2-3 大春木沢

大春木沢における堆積地の位置とその形成年代を図-9に示す。 形成年代の扱いは前者と 同様である。堆積地形成年代の分布はSP500の上下流で異なる。SP500より上流では、小堆 積地が散在し、同一形成年代は連続していないが、SP500より下流では、1923年、1961年、 1968年の堆積地が連続し、その間の形成年代はなく、極く新しい、1978年、1979年の堆積地 が分布している。SP500より上流の堆積地分布には、時間的にも距離的にも法則性はみとめ難 い。また、昭和34年、41年災害時の堆積地はみられず、昭和54年災害時の堆積地は全区間に わたって認められる。

SP 500 より下流では、明らかに昭和 34 年、41 年両災害時のものとみなされる堆積地が分 布し、昭和 54 年災害時の堆積地と植生侵入をみない堆積地が数多く分布している。昭和 34 年、 41 年災害時の堆積地がみられることは、タ ル沢とは異なり、大春木沢最上流部の崩壊 地から大規模な土石が生産されており、下 流の春木川への影響はタル沢に比べて非常 に強いものと考えられる。

4. 堆積土石量

4-1 分 布

渓床堆積土石には堆積年代により,地 形学的な数1000年以前からの堆積土石か ら,砂防学的な100年程度以前に移動した 実績をもつ土石,および毎年移動するよう な土石と種々の堆積土石があり一率に扱う ことはできない。堆積土石は量的側面と同 時に移動し易さという質的側面をもってい る。堆積地形成年代が古いということは再 移動し難いことを意味し,形成年代が新し いということはより再移動し易いことを意 味している。特に階段状堆積地においては



上位に位置する古い堆積地より下位の新しい堆積地の方が移動し易いことになる。したがって、渓床堆積土石を扱う場合,移動し易さに対する基準を設定し扱う必要がある。

今回の調査では、前節で述べたように 100 年以内に形成された土石を対象とした。堆積土 石量は、 図-10 に模式的に示すように最低河床を基準としてそれより上側にある土石量を計測 し、その結果は 付表-A4 に示し、堆積土石の分布は 付図-A5 に示した。

堆積土石量は大春木沢で約 60 万 m³,春木川で約 54 万 m³,タル沢で約 18 万 m³ である。 区間別では、春木川の SP 2000~SP 2500,大春木川の SP 0~PS 500 の間で特に多量の土石の 堆積がみられる。ただし、春木川下流部ではダム堆砂 面上で土石の採取を行なっている。 / /

4-2 堆積年代別土石量

次に 付表-A4 において堆積年代区分別堆積土石 量についてみると 付図-A6 のごとく示される。 区間 別特徴は, SP 0~SP 1500 の間では 13 年より古い堆 積土石はみられず, SP 1500~SP 2530 の間では 植生 のみられない 当年 (0 年) と, 60 年前の堆積土石量が



section.

多く,他には、41年前、36年前、18年前、12年前、10年前、6年前の堆積土石がみられる。

タル沢では、70年前の古い土石が少量みられるが、他は40年以内で、このうち0年、1年 前の堆積土石が3万m³前後と比較的多いが他は1万~3万m³である。堆積年代でブロックと して現われるのは、70年前、45年前、40年前、28年前、25年前、20年前、16年前、13年前、 9年前、7年前、3年前、1年前である。

大春木沢では他の区間に比して堆積土石量は多く、堆積年代のピークが60年前、57年前、 19年前、12年前、1年前、0年前で非常に明確に現われ土石量は8万m³以上である。

全流域では8万m³以上の堆積土石量のみられるピークは、60年前、57年前、19年前、 12年前、1年前、0年前と大春木沢のピークと一致する。他に、41年、36年、25年、7年、 3年前で3万m³前後の堆積がみられる。

以上より、樹齢による堆積地形成年代に数年の誤差があるとすれば、山梨県下で明らかな 災害と対比すると,

1年前: 1979年(昭和54年災害)

12年前: 1966年(昭和41年、足和田村災害)

19年前: 1959年(昭和34年, 釜無川災害)

のように一致をみる。

5. 堆積地の推移

5-1 堆積地形成の基本形(堆積と洗掘)

渓床堆積地の形成には、上流から土石が供給され堆積して形成されるもの、もともと存在 する堆積地が洗掘され変形し安定化することにより形成されるものがあり³⁹)、実渓流において





図—11 堆積地のタイプ Fig. 11. Type of terrace deposits.

は, 図-11 に示されるように典型的に観 察される。

階段状堆積地が形成される過程は 図-12に模式的にみるように, 堆積によ り形成される場合と洗掘による場合があ り,前者は堆積地1が形成されていると ころに新たに堆積地が形成される場合で ある。後者は,堆積地1が部分的に洗掘 され堆積地が形成される場合である。

両者の差は先の 図-11 において堆積 崖の礫の配列状態により判断することが でき、堆積により形成される場合は、堆 積地 1,2の礫の配列は不整合となり、洗 Deposited



Scoured



図-12 階段状堆積地の形成過程 Fig. 12. Process of forming terrace deposits.

掘の場合は、堆積地1,2の礫の配列には整合性がある。したがって、礫の配列状態により堆 積地の形成様式の区分が可能となる。調査区間における調査結果は付図-A1,A2,A3に平面 的に、図-7,8,9に形成年代とともに示してある。

春木川では多くの堆積地は堆積により形成されているが,洗掘により形成されたものとしては,春木川では,SP1900~SP2200の5年前,6年前の堆積地,タル沢では,SP1000~SP 1200の0年前,1年前,4年前の堆積地がみられる。また,大春木沢では,SP200~SP400の間の0年前,11年前の堆積地に典型的にみられる。

以上は部分的に堆積,洗掘が起こる場合であるが,土石移動規模が前堆積時の移動規模を 上まわると,堆積の場合には,図-12において堆積地1を完全に埋積してしまい,より高い位 置に堆積地が形成される。また,洗掘の場合には,堆積地1は消滅し新たな堆積地が形成され る。しかし,実渓流ではこれらが複雑にからみ合い,堆積地の形態に表現されているものと考 えられる。

5-2 土石移動規模と堆積地

いわゆる荒廃渓流では様々な規模の土石流出があり、これらの土石流出の結果は、土石流 出があった時点の渓床堆積地の状況と渓床地形により選択的に堆積地として痕跡を残してい る。例えば、土石移動規模が極端に大きい場合として、常願寺川における河岸段丘³⁰、安部川 上流部の堆積段丘等²⁹ があり、これらはその後の出水で洗掘されることなく安定度は高く長時 間残存する。これらは砂防学的な時間尺度でみると除外される現象であるといえる。砂防学上 対象とされる 100 年位の時間尺度に対応する現象は春木川では毎年発生する現象から 100 年以 内に発生した現象である。過去 100 年間に発生した現象としては、付図-A1, A2, A3 が相当 する。 選択的な痕跡とは、過去に発生したすべての現象を痕跡すなわち堆積地として残していな いことである。前節で述べたように堆積地はその後の土石移動で変形してゆくためにこのよう な現象が起り、一般には、堆積地の安定の程度により痕跡として残るか残らないかが決定され ると考えられる。

大春木沢 SP 500 より下流についてみると、古い堆積地は 1923 年に形成され、その後 1961 年、1968 年(1969 年)、1979 年の堆積地が形成されている。1980 年現在で 図-12 にみられるよ うに 2 年前、1 年前と当年(0 年)の堆積が存在することから、1923 年、1961 年、1968 年の直 後にもその後連続して堆積地が形成されていたはずである。しかし 1924 年から 1960 年まで間 の堆積地は 1961 年の堆積地により、1962 年から 1967 年までの堆積地は 1968 年の堆積地によ り、1969 年から 1978 年の間の堆積地は 1979 年の堆積地により消滅している。

このことは、2回の大規模な土石移動の間にある小規模な土石移動による堆積地は存続期 間が短かいことを意味し、大規模な土石移動による堆積地は存続期間が長いことを意味して いる。

5-3 形成と消滅

大春木沢 SP 500 より下流では、 付図-A3 において、 SP 100~SP 200 の間右岸側に 19年 生(昭和 34 年災害時) 堆積地があり、これは昭和 41 年災害時に洗掘され、 11 年生堆積地を形 成している。また、この時 SP 0~SP 300 左岸側に 12 年生(同じく昭和 41 年災害時) 堆積地が 形成されている。

この間の堆積地の推移は、19年生堆積地が形成された後、12年生堆積地が形成されるま での間に1~7年生の若い堆積地がほぼ現在の流路の位置に形成されたものと考えられる。12 年生堆積地が形成される時には、1~7年生の若い堆積地を洗掘するかまたは埋積し、SP 200 右 岸では、19年生堆積地を洗掘し新堆積地を形成し、左岸側では、上流側に一部19年生堆積地 を残し、SP 300より下流で19年生堆積地を洗掘または埋積し12年堆積地を形成したものと 考えられる。このことは、付図-A6の大春木沢において極端な堆積量を示す時の土石移動規模 が大きいことを示し、その間の現象がほぼ消滅していることからも理解できる。

このように、ある渓流における堆積地の消長は、その渓流における土石移動の頻度・規模 等を象徴的に表現し、その間の堆積地の推移、すなわち、土石移動過程も現わしているものと 考えられる。

タル沢の場合, 付図-A5 (タル沢) にみられるように堆積土石量は少なく, 付図-A6 (タル 沢) では同一時期の土石量も少なく, 大春木沢に比べて土石移動規模は非常に小さい。一方, 谷幅は 80~100 m と土石移動規模に対して非常に広い。このため, 堆積地の形成過程はどちら かといえば扇状地のそれに類似する。すなわち, SP 1000~SP 1300 に典型的にみられるように 扇状地特有の流路の変動が行なわれている。

このような現象は 図-8 にも表現され, たとえば, 1967 年以降の堆積地形成年代の出現形

態は大春木沢(図-9)の場合と異なり、ほぼ連続的に現われる。土石移動規模は異ったとして も、堆積地の形式形態が同一地点で堆積、洗掘の繰り返しというよりも、同一区間で土石の堆 積がサイドステップする形態をとることから、付図-A2、図-8にみられる堆積地が形成される ものと考えられる。

このように、堆積地の形成および消滅は、①供給される土石量(土石移動規模)、②頻度、 ③ 渓床幅の条件により異なり、これらの条件は、 堆積地の安定化、 すなわち、 堆積と洗掘の 範囲と頻度に影響することから、堆積地の形成および消滅の過程を特徴付ける ものと考えら れる。

6. 溪床内堆積空間の判別

6-1 溪床地形

渓床形状としては、平面的には直流部、曲流部、狭さく部、拡幅部があり^{40,41)}、縦断的には勾配の変化があげられる。特に土石の堆積現象との関係からは、例えば土石流の停止条件としての勾配変化と谷幅変化^{17,43)}、堆積地の形成と谷幅曲線との対比³⁾、拡幅部と堆積地の形成⁴¹⁾、砂防ダムの堆砂勾配³³⁾、ダムによる川幅の拡大効果⁸⁾、渓床拡幅部の低ダム群による土石のコントロール等¹²⁾の研究にみられるように、谷幅と勾配について論じられる場合が多い。

土石の堆積条件としては、堆積する場として堆積空間が存在することが必要であり、この 意味で土石が堆積する機会は谷幅の広い区間で高くなる。また、堆積土石が安定する条件とし て考えると、狭さく部では流水が集中流下することから掃流力が大きくなり、堆積している土 石は流出し易く、したがって安定している期間は短く堆積地はみられない。

逆に, 拡幅部では掃流力は小さくなり, 堆積土石は再移動し難い。このため, 渓床拡幅部 では堆積した土石は, 長期間安定し高齢林分が形成されるような堆積地となる。

春木川における渓床幅と勾配の変化は 付図-A7のとおりである。谷幅としては 100年 以内の植生をもつ堆積幅をとった。付図-A7より春木川の地形的特徴は表-4,表-5のとお りである。

谷幅について狭さく部として判別できるのはタル沢の SP 100~SP 350, SP 1700 より上流 と大春木沢 SP 900 より上流であり他は拡幅部と判別される。 渓床勾配については, 春木川と タル沢で全体的に緩勾配を示し, 大春木沢では約 20% の急勾配を呈している。

6-2 堆積地と溪床地形

堆積地の形成状況は、春木川においては全区間を通じて堆積地が認められ、特に渓床勾配、谷幅との関係は明瞭ではない。 タル沢においては、SP 100~SP 200の狭さく部区間では 堆積地はみられず、他の区間では堆積地が形成されている。堆積地の形成されている SP 400~ SP 1400 の間では谷幅は 80 m 前後で渓床勾配は 2.5~6.0% となり緩勾配を呈している。1 年お よび当年(0年)の堆積地の分布は渓床勾配 7%以上では形成されず、この間では谷幅も狭くな

	Section	width (m)	note
Haruki-gawa R.	SP.0	65	sabo dam
	SP. 200~SP. 700	120	sedimentation of sabo dam
	SP. 1000	30	transportation area
	SP. 1100~SP. 1530	80	
	SP. 1530~SP. 2030	120	sedimentation of sabo dam
	SP. 2030~SP. 2280	150	
	SP. 2380~SP. 2530	120	sedimentation of sabo dam
Taru-sawa R.	SP. 100~SP. 350	15	transportation area
	SP. 550~SP. 1500	80	
	SP. 1700	15	transportation area
Oharuki-zawa R.	SP. 50	160	
	SP. 200	230	
	SP. 400~SP. 600	120	sabo dam
	SP. 700~SP. 850	60	
	SP. 900~SP. 1050	25	
	· · · · · ·		

表4	渓床幅の分布特性				
Table 4.	Width of stream bed				

表---5 渓床勾配の特性 Table 5. Slope of stream bed

	Section	slope	note
Haruki-gawa R.	SP. 0~SP. 850	0.09 (1/11.1)	
	SP. 850~SP. 1050	0.06 (1/16.7)	sedimentation of sabo dam
	SP. 1050~SP. 1450	0.09 (1/11. 1)	
	SP. 1550~SP. 1930	0.07 (1/14.3)	sedimentation of sabo dam
	SP. 1930~SP. 2230	0.15 (1/ 6.7)	
	SP. 2380~SP. 2530	0.05 (1/20.0)	sedimentation of sabo dam
Taru-sawa R.	SP. 200~SP. 350	0.07 (1/14.3)	transportation area
	SP. 400~SP. 1000	0.05 (1/20.0)	
	SP. 1050~SP. 1450	0.06 (1/16.7)	deposition area
	SP. 1600~SP. 1650	0.15 (1/ 6.7)	
Oharuki-zawa R.	SP. 50~SP. 450	0.18 (1/ 5.5)	
	SP. 550~SP. 600	0.10 (1/10.0)	sedimentation of sabo dam
	SP. 700~SP. 1050	0.21 (1/ 4.8)	

ることから堆積要因としての効果は不明瞭である。

大春木沢では、渓床勾配 20% 以上でも堆積地は形成されている。SP 900 より上流で渓床 幅は渓床勾配の増加に比して極端に狭くなることからみれば、堆積空間の減少と堆積地の関係 の方が強いように考えられ、このことは他の区間、例えば狭さく部との比較によって明らかと なる。

図-7,8,9,付図-A5,A6より堆積土石量の多少が流出規模を表現するとすれば,春木川 では,SP2000~SP2300で100m以上の谷幅に対して勾配は15%以上であっても大規模な流 出土石に対する堆積があり,大春木川でも勾配は約20%であるが谷幅60m以上に対して大量 の土石の堆積をみている。タル沢では堆積土石量は少なく移動規模は小さいが,谷幅20m以 上で堆積している。このように土石の堆積には谷幅が広いこと,すなわち,堆積する場(堆積 空間)が必要条件であると考えられる。

6-3 堆積地の推移(土石移動)と堆積空間

土石が堆積するためには堆積空間の存在が必要条件である。しかし、堆積空間の量的評価 は該当する渓流の土石移動規模に応じて決定される。例えば一般にいわれる狭さく部は流過地 帯であり、流過地帯とはその渓流のあらゆる土石移動規模に対して堆積地を形成しないか、ま たは、堆積地の寿命が極めて短かい区間のことをいっている。

そして、扇状地はあらゆる移動規模の土石が堆積可能である。扇状地を大きな拡幅部とみ なせば、拡幅部が大きくなれば土石移動規模は相対的に小規模となり、堆積地の形成はタル沢 にみられるように流路の変動をともなって行なわれる。

以上は両極端の場合であるが、普通実地渓流では両者の中間的現象がみられる。すなわち 大春木沢にみられるように、雑多な規模の土石移動現象が各規模に応じた谷幅の中で、より古 い堆積地に規制されて堆積・洗掘を繰り返すことである。つまり、堆積地の推移は先に述べた ように、① 土石移動規模 ② 頻度 ③ 渓床幅 (堆積空間) に規制されているのである。

大春木沢において, SP 500 より下流において典型的にみられるように, この間を一つの堆 積空間とすると, 1923年の現象はその外側の現象(100年以上に1回の現象)より小規模な現 象でそれより頻度の高い現象である。1961年, 1968年, 1979年の現象は同様により外側の堆 積地を形成した現象の規模や頻度内の現象であると考えられる。逆にみると, 内側の堆積地を 形成した現象が外側のそれより大きい場合, 外側の堆積地は消滅する運命にあるといえる。

土石移動規模に対して堆積空間が十分であれば、大春木沢にみられるように大規模から小 規模な現象によって堆積地が形成される。しかし、堆積空間が土石移動規模に比して小さめで あるとすると、大規模な土石移動に対する堆積空間が存在しないことになる。この極端な例が 狭さく部である。谷幅が狭さく部より広くなると土石の堆積がみられるようになるが、小規模 な現象から漸次堆積することになり、ある渓床幅に対しては、その幅に対応する移動規模以上 の現象が発生すると堆積地は消滅してしまう。

このように、渓床地形を堆積空間としてみた場合、堆積空間は土石移動規模によって判別 しなければならないと考えられる。判別の方法としては、判別したい土石移動現象の規模を Srとしたとき、Srに対して堆積地の形成される臨界幅 (Srに対する個有幅)を Bcrとし、現渓 床幅を B とすれば、

B>Bcr: 有効な堆積空間

 $B \leq B_{cr}$: 現象 S_r に対する狭さく部

と判別できる。

図-13 に堆積空間と土石移動規模との関係を模式的に示した。Type 1 は谷幅に対して相対的に土石移動規模が大きい場合である。 S_2 , S_3 はそれぞれ S_1 , S_2 より小規模な現象であり, B_{C1} , B_{C2} は土石移動規模 S_1 , S_2 で堆積地を形成し始める限界幅であり, 堆積地 1 および 2 が長期間安定するためには, それぞれ B_{C1} , B_{C2} , 以上の堆積空間が必要と考えられる。実渓流においては, B_{CT} の決定は非常に難かしいが, 現存する堆積地形が歴史的所産といえることから, 図-13 Type 1 に示したように堆積地の形成状況と時間の考えを入れた堆積地の推移から土石移動規模 (S_T)を推定することにより, B_{CT} を判断することができる。例えば大春木沢では, 移動頻度 1/10 年の堆積空間の限界幅は B_{10} =70 m, 1/20 年では B_{20} =100 m となる。

図-13, Type 2 は移動規模に対して渓床幅が十分に広い場合を模式的に示したものである。 土石移動規模 Sr に対応する流下幅 Br は谷幅 B の範囲内で変動し, 扇状地において典型的に みられるサイドステップ状の堆積地を形成する。

このように、堆積地の推移は土石移動規模の異なる様々な現象により行なわれるが、堆積

Type 1



Type 1; 谷幅に対して相対的に土石移動 規模が大きい場合

 $B_{c1}(B_{c2})$ は土石移動規模 $S_1(S_2)$ で堆積地を形成し始める限界幅

Type 1; the scale of bed load movement (S_T) is relatively large for the space of stream bed (B_T) .

> $B_{c1}(B_{c2})$ is the critical width to $S_1(S^2)$, scale of bed load movement, in witch the deposit begins to be formed.





Type 2; 移動規模に対して谷幅が十分に 広い場合

> 移動規模 Sr に対応する幅 Br で谷幅 B の間を変動する。

Type 2; the scale of stream bed (B_T) is extremly extensive for the scale of bed load movement (S_T) .

The width B_T for S_T changes within the width B.

図-13 堆積空間 (Br) と土石移動規模 (Sr) との関係

Fig. 13. Relation between space of stream bed (B_T) and scale of bed load movement (S_T) .

空間の土石移動規模に対する相対的な大小によって推移形態が異なることが、土石移動過程を 特徴づける有効な要因となっているものと考えられる。

7. 要 約

(1) 春木川のような荒廃渓流においては、土石は流出過程で堆積し渓床堆積地を形成する。そして、渓床堆積地は流域の土石流出特性を表現している。

(2) 渓床堆積地面上には天然生同齢林分が形成され、林分の樹齢は堆積地形成年代を表わ している。春木川流域では、主に1923年、1961年、1968年、1979年に形成された堆積地が 多い。

(3) 階段状堆積地の形成は堆積による場合と洗掘による場合の者があり、両者は堆積崖の 疎の配列状態により区分される。春木川においては、多くは堆積により形成され、一部洗掘に より形成されたものがみられる。

(4) 荒廃渓流では様々な規模の土石流出があり、このため、渓床にも多様な堆積地が形成 される。そして、ある時形成した堆積地はその後の土石移動により変形してゆくが、変形様式 は土石移動規模によって異なる。

(5) 大春木沢では大規模な土石移動により形成された堆積地だけが残り、中小規模の土石 移動時に形成された堆積地は消滅している。このことは、大規模な堆積地は存続期間が長く、 小さな堆積地は存続期間が短かいことを示している。

(6) 土石が堆積するためには、相応の空間が必要であるが、この空間は土石移動規模に応じて流過地帯と堆積地帯とに区分される。そして、堆積地は①供給される土石の量(土石移動規模)、②頻度、③渓床幅によって異った推移形態をとる。

(7) 堆積地の推移が歴史的に土石移動規模と頻度に応じて行なわれ, 渓床地形すなわち堆 積空間により規制されていることから,時間と空間の指標を入れ,堆積地を質的に量的に分析 することによって,土石移動特性を推定することが可能となる。

参考文献

- 1) 新谷 融: 荒廃渓流における土石移動の痕跡. 新砂防, 69, 1968.
- 2) 新谷 融: 荒廃渓流における土石移動に関する基礎的研究. 北大農演報, 28-2, 1971.
- 3) 新谷 融: 渓床土石の移動過程調査の方法. 新砂防, 83, 1972.
- 4) 新谷,清水,佐々木: 荒廃渓流における段丘形成の一例一空知川支流スッカクシフラノ川―. 日林北 支講,16,1967.
- 5) 藤井, 武沢, 沢田: 河岸段丘と年輪. 新砂防, 77, 1970.
- 6) 藤井, 武沢, 沢田: 河岸段丘と年輪. 新砂防, 81, 1971.
- 7) 深見親雄: 砂礫堆と砂漣・砂堆の共存-小規模河床形態を含む中規模河床形態の領域区分--. 土木技 術資料, 21-10, 1979.
- 8) 原 文夫: 川幅および勾配の変化が土石移動と堆積に与える影響.第18回治山研究発表会論文集,治 山研究会,1979.

- 9) 東 三郎: 地表変動と指標植物. 水利科学, 56, 1967.
- 10) 東, 村井, 新谷, 藤原: 地すべりに関する樹木年代学的考察. 新砂防, 64, 1967.
- 11) 東 三郎: 地表変動論. 北大図書刊行会, 1979.
- 12) 東 三郎: 低ダム群工法の原理と効用に関する実証的研究. 研究報告書, 1980.
- 13) 平尾經信: 洪水後の河原の植生. 日本林学会誌, 23, 1941.
- 14) HOOKE, R. L.: Process on Arid-region Alluvial Fans. Jour. Geology, Vol. 75.
- 15) 堀川、横川: 大山礫岸の植物群落. 植物生態学会報, 3, 1954.
- 16) 池谷 浩: 土石流発生に関係する渓床堆積物. 土木技術資料, 22-3, 1980.
- 17) 池谷、米沢谷: 土石流危険区域設定に関する考察一小豆島災害を例として一. 土木技術資料, 19, 1977.
- 18) 今村,坊城,豊原,中山: 富士山大沢崩れの土砂流出とその経年変化モデル設定について (1). 新砂防, 95, 1975.
- 19) 香川 匠: 河畔樹林の群落学的研究. 生態学研究, 7, 1941.
- 20) 籠瀬良明: 自然堤防--河岸平野の事例研究--. 古今書院, 1975.
- 21) 建設省東北地方建設局新床工事事務所: 荒廃渓流の河床変動に関する研究. 第27回建設省技術研究 発表会, 1973.
- 22) 建設省関東地方建設局富七川砂防工事事務所: 春木川上流ダム計画設計業務報告書, 1981.
- 23) 木下良作: 河川砂礫堆の移動性について (1) 直線河道の例. 新砂防, 34, 1959.
- 24) 木下良作: 河川砂礫堆の移動性について (2) 曲線改修河道の例. (3) 自然河道の例. 新砂防, 42, 1961.
- 25) 小出 博: 日本の水害―天災か人災か―. 東洋経済新報社, 1954.
- 26) 小出 博: 日本の河川一自然史と社会史一. 東大出版会, 1970.
- 27) 栗田精一: 河原植物群落の生態学的研究(第一報)一特に洪水が植群に及ぼす影響に就て一. 生態学 研究, 9, 1943.
- 28) 日下雅義: 平野の地形環境. 古今書院, 1973.
- 29) 町田 洋: 安部川上流部の堆積段丘-荒廃地にみられる急速な地形変化の一例一. 地理評, 32, 1959.
- 30) 町田 洋: 荒廃河川における侵食過程--- 常願寺川の場合--- 地理評, 35, 1962.
- 31) 町田 洋: 山崩れによる河相の変化について一地形学から砂防工学に対する資料--. 地理評, 37, 1964.
- 32) 町田 貞: 河岸段丘一その地形学的研究一. 古今書院, 1963.
- 33) 村野義郎: 砂防ダム堆砂面の縦断形について. 新砂防, 47, 1962.
- 34) 猶原恭爾: 急流河川に於ける河原植群の群落学的研究. 植物生態学会報, 1, 1951.
- 35) 新沢直治: 崩壊と堆積. 新砂防, 9, 1952.
- 36) 西村嘉助偏: 自然地理学 II. 朝倉書店, 1969.
- 37) 大石, 榎本: 砂防における地形調査試案 (II). 新砂防, 62, 1966.
- 38) 笹賀一郎: 扇状堆積地の土砂害防止に関する基礎的研究. 北大農演報, 36-2, 1976.
- 39) 笹賀一郎: 十勝岳渓流における土石流段丘の堆積,洗掘区分と土石移動. 昭和 55 年度砂防学会研究発 表会概要集, 1980.
- 40) 清水 宏: 渓流における土石の堆積と堆積土石の再移動について. 北大修論, 1970.
- 41) 清水 宏: 荒廃渓流における地形要素と土石の堆積. 新砂防, 76, 1970.
- 42) 田畑茂清: 流砂の形態とその堆積特性について. 新砂防, 74, 1969.
- 43) 田畑, 市ノ瀬: 渓床幅, 渓床勾配の変化が土石流堆積におよぼす影響について.新砂防, 85, 1972.
- 44) 高橋, 梨本: 土石流堆積によるカラマツーシラベ林の植生変化. 日林誌, 62, 1980.
- 45) 高本茂美: 河川地形. 共立出版, 1974.

Summary

In the Haruki-gawa river, a branch of Fuji river, we investigated the type of deposits, trees lying on the surface of the deposits, materials of the deposits, a state of their arrangement, quantity of sediment and the shape of river bed, and analyzed the change of the shape of the deposits and the relation between the bed load movement and the space of river bed.

The results are as follows;

1) In a torrential river like the Haruki-gawa river, the flow of debris (or silt) forms deposits in the stream bed and these deposits show the characteristics of the bed load movement in the watershed.

2) On the deposits, natural even-aged-forests have appeared and the trees' annual rings indicate when the each deposit was formed. In the Haruki-gawa river watershed the deposits were formed mainly in 1923, 1961, 1968, and 1979.

3) Terrace deposits are formed by two factors, namely accumulation and scouring, and they are divided into two types by the state of arrangement of the deposit materials. In the Haruki river, the deposits are classified as accumulation types in most cases.

4) In a torrential river, the bed load is transported on various scales, and the deposits show many different conditions. The stratification of deposit is changed by the bed load movement and the stratification varies with the scale of the bed load movement.

5) The existence of deposits depends on the scale of the bed load movement. In the Oharuki river, the deposits which were made by large movements can remain for a long time, but others made by little or medium movements are not existent any longer.

6) Suitable space is needed for the sand and gravels to accumulate on the river bed. This space is divided into two types, deposit area and transportation area, according to the scale of bed load movement. The deposits show different processes of changing shapes which depend on the scale and frequency of the bed load movement and river bed space.

7) From the facts described above, it is proved that the deposits change their shapes according to the scale and frequency of bed load movement and that they are regulated by the space of the river bed. It is possible to estimate the characteristics of bed load movement in torrential rivers, by analyzing the change of deposits qualitatively, with the indicator of time and space taken into consideration.



付図—A1 春木川における堆積地の分布 Fig. A1. Distribution of deposits in Haruki-gawa R.



村図—A2 タル沢における堆積地の分布 Fig. A2. Distribution of deposits in Taru-sawa R.



村図—A3 大春木沢における堆積地の分布 Fig. A3. Distribution of deposits in Oharuki-zawa R.









Fig. A 6. Quantity of sediments and ages of forming deposits.



,

4

		<u></u> <u></u>					
No.	SP.	species	age	height (cm)	diameter (cm)	invaded age	reaction wood
1	50	Castanea crenata	7	450	11.0	1973	
2	50	Cornus controversa	4	250	2.5	1976	
3	50	Alnus firma*	5	250	3.0	1975	
4	830	Alnus japonica	13	750	12.5	1967	
5	840	Alnus japonicā	10	650	10.0	1970	
6	1200	Alnus firma	3	200	2.0	1977	
7	1200	Alnus firma	3	- 250 -	2.5	1977	
8	1200	Alnus firma	3	160	2.5	1977	
9	1300	Salix sp.	7	600	9.0	1973	
10	1300	Salix sp.	7	500	8.0	1973	
11	1300	Alnus firma	3	250	2.5	1977	·
12	1350	Alnus firma	7	600	5.5	1973	
13	1350	Alnus firma	7	500	5.0	1973	
14	1400	Alnus firma	3	400	3.0	1977	
15	1400	Carpinus japonica	.3	450	3.5	1977	
16	1580	Alnus firma	10	400	4.0	1970	
17	1585	Cornus controversa	23	550	15.0	1957	
18	1590	Salix sp.	5	240	2.0	1975	
19	1620	Alnus firma	10	350	4.0	1970	
20	1640	Alnus firma	10	300	4.0	1970	
21	1775	Alnus firma	5	250	4.0	1975	
22	1795	Alnus japonica	6	200	3.5	1974	
23	1825	Salix sp.	45	800	30.0	1935	
24	1875	Acer sp.**	43	600	20.0	1937	
25	1930	Alnus firma	41	1000	33.0	1939	
26	1937	Alnus japonica	13	700	8.0	1967	
27	1985	Alnus firma	6	350	3.5	1974	
28	2005	Alnus firma	10	420	7.5	1970	
29	2015	Morus bombycis	33	700	23.0	1947	
30	2070	Alnus firma	9	230	5.0	1971	
31	2165	Alnus japonica	10	300	10.0	1970	

付表—A1 年輪解析結果 (春木川)

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
				· · ·
				· · ·
1977				
1977		· · · · ·		
1975				covered with sand and gravels
1975, 1974				covered with sand and gravels
	1974			
1975	1976, 1975			
				covered with sand and gravels
1975	1973	1963, 1964	1974	covered with sand and gravels
	1975, 1972, 1942	1968, 1969, 1970		terrace deposit
1944	1965			fan
				fan
				terrace deposit
			1	covered with sand and gravels
1965		1		
	1975			

Table A1. Ages of trees invaded on the deposits in Haruki-gawa R.

No.	SP.	species	age	height (cm)	diameter (cm)	invaded age	reaction wood
32	2185	Alnus firma	12	300	7.0	1968	
33	2165	Alnus firma	15	400	14.0	1965	
34	2185	Morus bombycis	41	650	18.0	1939	1944
35	2185	Acer sp.	36	500	6.5	1944	
36	2190	Carpinus japonica	34	450	8.0	1946	
37	2225	Alnus firma	20	650	11.5	1960	1969
38	2235	Salix sp.	18	620	12.0	1962	1976 1975
39	2315	Alnus firma	5	450	4.0	1975	
40	2307	Carpinus japonica	41	650	20.0	1939	1965
41	2445	Acer sp.	42	700	18.0	1938	
42	2450	Carpinus laxiflora	42	400	8.0	1938	
43	2528	Corylus heterophylla var. Thunbergii	12	500	8.0	1968	

* including Alnus pendula.
** including Acer mono, Acer palmatum var. Matsumurae and the others.

No.	SP.	species	age	height (cm)	diameter (cm)	invaded age	reaction wood
44	150	Alnus firma	14	800	13.0	1966	
45	265	Alnus hirsuta	11	900	7.0	1969	
46	265	Salix sp.	40	950	15.0	1940	
47	293	Alnus japonica	8	600	6.0	1972	
48	295	Alnus japonica	15	860	12.0	1965	:
49	325	Acer sp.	15	420	6.0	1967	
50	330	Acer sp.	10	500	5.0	1970	
51	325	Acer sp.	24	580	6.0	1956	
52	385	Alnus firma	26	750	12.5	1954	
53	385	Carpinus japonica	28	1200	11.0	1952	
54	485	Alnus japonica	12	820	12.0	1968	
55	545	Salix sp.	20	800	14.0	1960	
56	545	Pterocarya rhoifolia	13	750	12.5	1967	
57	575	Morus bombycis	13	700	5.0	1967	
58	585	Pterocarya rhoifolia	25	900	20.0	1955	
59	585	Acer sp.	28	550	10.5	1952	

付表-A2 年輪解析結果 (タル沢)

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
1970	1972			covered with sand and gravels
	1971			
1966	1966			
			· .	covered with sand and gravels
	1972			-
				*
				covered with sand and gravels
1979		1966~1968		
1980				

Table A2. Ages of trees invaded on the deposits in Taru-sawa R.

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
		1971~1972	· · · ·	
	1969, 1977			
	1972			
	1979			· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
1975				
	1967	1967~1968		· ·
		1972~1977	1969	
		1969, 1972, 1976		
1977		1974		
1979 1978	1974			
		1968~1969		
	1976			

北海道大学農学部演習林研究報告 第39卷 第1号

No.	SP.	species	age	height (cm)	diameter (cm)	invaded age	reaction wood
60	635	Salix sp.		450	6.5		
61	735	Morus bombycis	40	1300	20.0	1940	
62	775	Alnus firma	2	150	1,5	1978	
63	865	Alnus firma	3	250	3.0	1977	
64	865	Alnus firma	3	350	3.0	1977	
65	870	Quercus crispula	42	950	20.0	1938	
66	885	Pterocarya rhoifolia	3	250	3.0	1977	
67	900	Carpinus japonica	34	1200	17.0	1946	
68	945		12	300	3.0	1968	
69	945	Quercus crispula	45			1935	
70	975	Tilia japonica	20	750	11.0	1960	
71	985	Carpinus Tschonoskii	15	600	6.5	1965	
72	1035	Kalopanax pictus	27	850	12.0	1953	
73	1035	Quercus crispula	28	650	7.0	1952	2
74	1135	Alnus firma	8	300	4.0	1972	÷
75	1135	Alnus firma	7	250	3.0	1973	
76	1135	Alnus hirsuta	9	400	3.5	1971	Contraction of the second s
77	1135	Carpinus japonica	4	200	3.0	1976	
78	1285	Alnus firma	3	250	2.5	1977	Bar 4 17
79	1285	Carpinus japonica	9	300	3.5	1971	* * *
80	1315	Alnus firma	16	400	6.5	1964	1972
81	1405	Alnus firma	7	300	3.5	1973	>
82	1415	Alnus firma	16	450	4.5	1964	
83	1435	Carpinus japonica	7	350	3.0	1973	
84	1415	Alnus firma	7	550	5.0	1973	
85	1455	Alnus firma	15	300	8.0	1965	
86	1455	Alnus firma	7	500	5.5	1973	
87	1485	Alnus firma	9	500	6.5	1971	
88	1515	Alnus japonica	10	450	6.5	1970	
89	1535	Alnus firma	7	500	2.5	1973	
90	1535	Alnus hirsuta	40	750	13.5	1940	
91	1585	Alnus firma	10	500	7.5	1970	

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
in .				-
1965, 1966, 1968 1969, 1972,			1972	
• .		r	• * * · · ·	
ء و				· · · · ·
		· · · · ·	- M. J.	
		1970, 1972 1976.	$\sim 10^{-1}$	
1979				
1964		1972	14 1	
		1977		
		1969, 1976	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
		1965, 1977		
			1.51	
1972	1979	1975		/
1968 1972				1
	1976			
	1976	_	.1	
	1976			P (b) ====
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			······································	
			······································	
·······				<u></u>
<u> </u>		1973		
,				
				1
		1973		1
				1
				1
			- <u>-</u>	1
1969 1973	1973			1

No.	SP.	species	age	height (cm)	diameter (cm)	invaded age	reaction wood
92	55	Alnus firma	12	700	18.0	1968	
93	55	Alnus firma	57	1100	19.0	1923	
94	220	Alnus firma	10	400	7.0	1970	
95	225	Alnus japonica	19	700	19.0	1961	
96	260	Aluns japonica	10	350	6.0	1970	
97	260	Aluns japonica	5	250	3.0	1975	
98	270	Alnus japonica	11	400	8.0	1969	
99	370	Alnus firma	19	1000	16.0	1961	
100	380	Alnus japonica	19	1000	15.0	1961	
101	668	Carpinus japonica	18	450	4.0	1962	
102	670	Pterocarya rhoifolia	25	800	18.0	1955	
103	670	Carpinus japonica	13	600	9.0	1967	
104	675	Alnus japonica	5	100	1.0	1975	
105	790	Alnus firma	7	250	5.0	1973	
106	810	Alnus japonica	6	210	2.5	1974	1
107	817	Alnus japonica	20	900	17.0	1960	
108	818	Corylus heterophylla var. Thunbergii	16	300	7.5	1964	
109	820	Corylus heterophylla var. Thunbergii	20	900	14.0	1960]
110	914	Alnus firma	5	160	2.5	1975	
111	915	Alnus firma	14	550	8.0	1966	

付表—A3 年輪解析結果(大春木沢)

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
1979				covered with sand and gravels
		1961~1965 1969		
1070				
1978 1976				
	1975			<u>i</u>
				2 i
				covered with sand and gravels
				, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
	1979			
			· ·	
	1973	1974		covered with sand and gravels
	1969	1971~1972		
1968	1968			

Table A 3. Ages of trees invaded on the deposits in Oharuki-zawa R.

付表——A4 春7	<川における	る堆積土石量	
-----------	--------	--------	--

Table A 4. Quantity of sediments in Haruki-gawa R.

age	SP. 0 SP. 1500 $(L=1.50 \text{ km})$					Taru-sawa R. $(L=1.65 \text{ km})$		Oharuki-zawa R. $(L=1.01 \text{ km})$			Total (L=5.16 km)					
	$Q_s~(\mathrm{m^3})$	$Q_a~(\mathrm{m^3})$	Q_a/L	$Q_s~(\mathrm{m^{3}})$	Q_a (m ³)	Q_a/L	Q_s (m ³)	$Q_a~(\mathrm{m^3})$	Q_{a}/L	$Q_s~(\mathrm{m^3})$	Q_a (m ³)	Q_a/L	Q_s (m ³)	$Q_a~(\mathrm{m^3})$	Q_a/L	
0 1 2 3 4	47300 13880 4490 19070	47300 61180 65670 84740	31530 40790 43780 56490	109020 6730	109020 115750	109020 115750	25110 33090 8140 11980 3390	25110 58200 66340 78320 81710	15220 35270 40210 47470 49520	76180 64690 2810	76180 140870 143680	75430 139480 142260	257610 118390 15440 31050 3390	257610 376000 391440 422490 425880	49920 72870 75860 81880 82530	北海道力
5 6 7 8 9	21150 28360	105890 134250	70590 89500	11000 33290	126750 160040	126750 160040	16580 3110 18740	98290 101400 120140	59570 61450 72810	3190 1040 3200	146870 147910 151110	145420 146450 149620	35340 34330 48140 3110 18740	461220 495550 543690 546800 565540	89380 96040 105370 105970 109600	、学農学部演習
10 11 12 13 14	14590	148840	99230	12170 16470 2170	172210 188680 190850	172210 188680 190850	7240 8620	127360 136000	77200 82420	26000 93090 1610	177110 270200 271810	175360 267530 269120	19410 26000 109560 25380 1610	584950 610950 720510 745890 747500	$\begin{array}{c} 113360 \\ 118400 \\ 139630 \\ 144550 \\ 144860 \end{array}$	} 林研究報告
16 18 19 20 24				6420	197270	197270	11500 3520 590	147500 151020 151610	89390 91520 91830	1810 5480 74520 6340	273620 279100 353620 359960	270910 276340 350120 356400	13310 11900 74520 9860 590	760810 772710 847230 857090 857680	$\begin{array}{c} 147440 \\ 149750 \\ 164190 \\ 166100 \\ 166220 \end{array}$	第39巻第
25 28 36 40 41				47820 28580	245090 273670	245090 273670	2590 3810 11520	154200 158010 169530	93450 95760 102740	20350	380310	376540	22940 3810 47820 11520 28580	880620 884430 922530 943770 972350	170660 171400 180670 182900 188400	1号
42 45 57 60 70				2630 113210	276300 389510	276300 389510	2240 2720 1280	171770 174490 175770	104100 105750 106530	194460 26840	574770 601610	569080 595650	4870 2720 194460 140050 1280	977220 979940 1174400 1314450 1315730	189380 189910 227600 254740 254990	