



Title	富士川流域春木川における堆積地の変遷
Author(s)	清水, 宏; SHIMIZU, Hiroshi; 馬場, 仁志 他
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	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21065">https://hdl.handle.net/2115/21065</a>
Type	departmental bulletin paper
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. 溪床堆積地の実態 .....	58
2-1 溪床堆積地 .....	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
2-3 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 災害と溪畔林 .....	64
3-2 形成年代 .....	66
3-2-1 春木川 .....	66
3-2-2 タル沢 .....	67
3-2-3 大春木沢 .....	68
4. 堆積土石量 .....	69
4-1 分布 .....	69
4-2 堆積年代別土石量 .....	69
5. 堆積地の変遷 .....	70
5-1 堆積地形成の基本形(堆積と洗掘) .....	70
5-2 土石移動規模と堆積地 .....	71

\* 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.

5-3 形成と消滅 .....	72
6. 溪床内堆積空間の判別 .....	73
6-1 溪床地形 .....	73
6-2 堆積地と溪床拡幅部 .....	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

溪床堆積土石の防災上の重要性について、過去、新沢<sup>35)</sup>、小出<sup>23)</sup>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、溪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。

溪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。

溪流における土石はその流出過程で堆積し溪床堆積地を形成する。そして実際の溪流で見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、溪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、わが国の荒廃溪流としてその筆頭にあげられる富士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

荒廃溪流において、過去発生した土石移動の経過は溪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

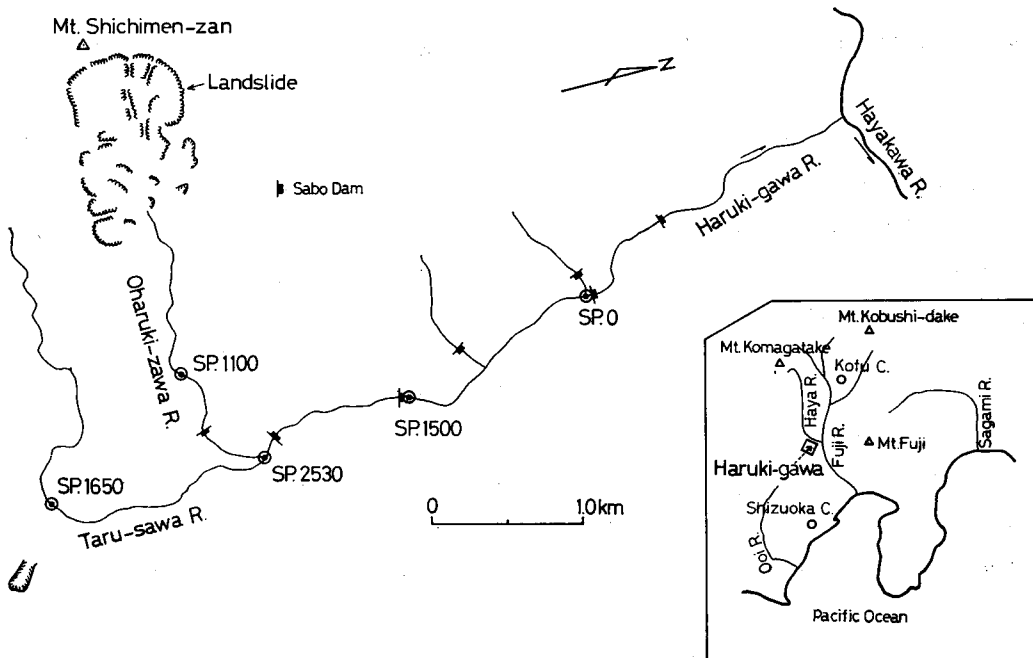
- ・谷幅(狭さく部, 拡幅部)
  - ・上・下流の地形の関係
- } (平面的要素)

- ・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、溪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、溪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溪床堆積地として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、堆積量と溪床地形を調査し、堆積地の推移、土石移動と溪床地形(溪床内堆積空間)との関係について考察した。



図—1 春木川流域  
Fig. 1. Haruki-gawa River.

## 1-2 調査対象流域

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 km<sup>2</sup> 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。

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

		Haruki-gawa R.	Taru-sawa R.	Oharuki-gawa R.
drainage area (km <sup>2</sup> )		20.8	5.9	1.9
drainage length (km)		15.4	4.3	2.3
slope of stream bed		0.05	0.08—0.30	0.20—0.40
width of stream bed (m)	max.	150	80	230
	min.	30	15	25
relief energy (m)		1656.4	1300	1352

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—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<sup>4,7,20,28,29,30,32,45)</sup>、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<sup>20,28)</sup>は、時間スケールの大きな平野部で起こる現象であるが、荒廃溪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。

本研究で扱う溪床堆積地は、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溪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56ha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溪床面から最大比高19mに位置し、常願寺川の段丘<sup>30)</sup>(比高100m)、安部川の段丘<sup>29)</sup>(比高70m)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、溪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より上流では溪床に全般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

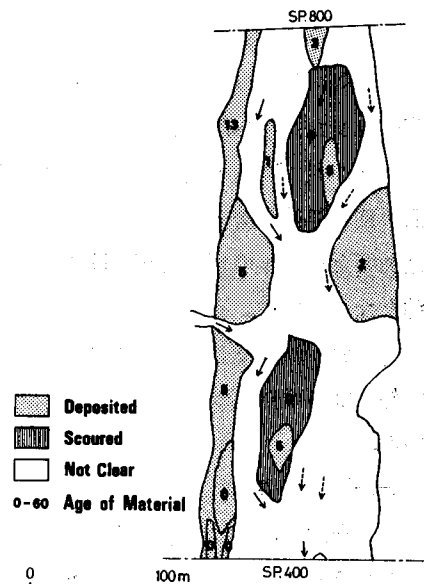


図-2 春木川における堆積地の分布  
Fig. 2. Distribution of deposits in Haruki-gawa R.

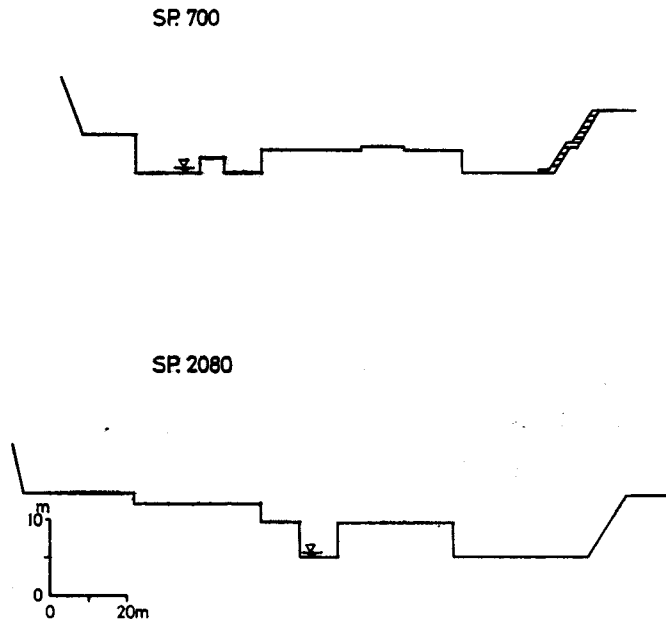


図-3 春木川の典型的な横断形

Fig. 3. Cross section of Haruki-gawa R.

下流では比高5 m以内の堆積地が溪流全面に分布し SP 1300 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7.5 m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水路の発達が著しく、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-A 3 に示す。大春木沢では SP 450 より下流

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,

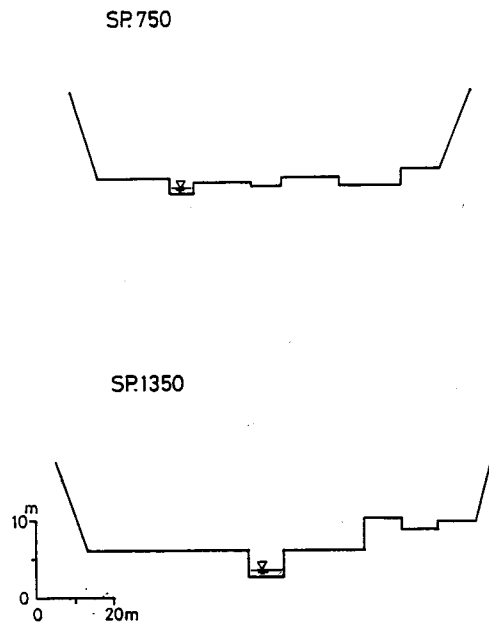


図-4 タル沢の典型的な横断形

Fig. 4. Cross section of Taru-sawa R.

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、溪流の中央部にレンズ状にとり残された堆積地は比高5 m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10 m）への土石の堆積をみている（写真-2, 3, 4）。

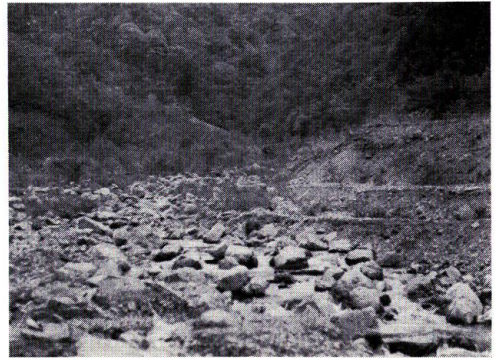


写真-1 階段状堆積地（タル沢）

Photo 1. Terrace deposits in Taru-sawa R.

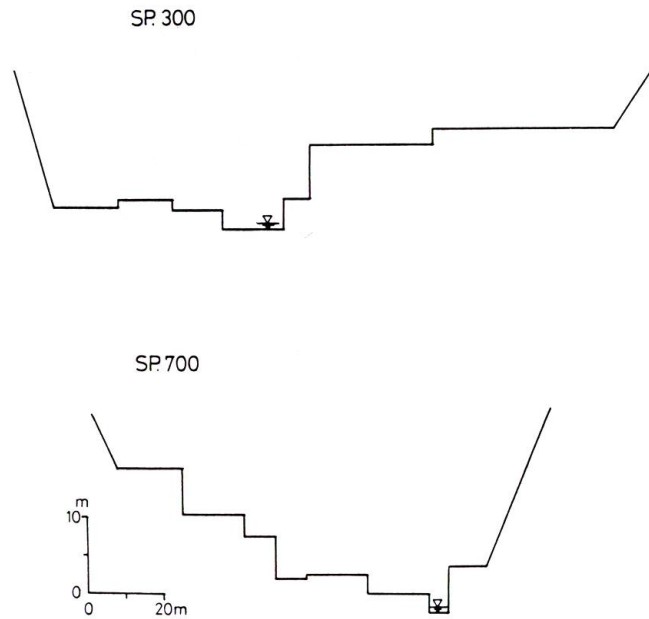


図-5 大春木沢の典型的な横断形

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。溪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(大春木沢)

Photo 2. Covering with sand and gravels newly on the deposit.



写真-3 階段状堆積地(大春木沢)

Photo 3. Terrace deposits in Oharukizawa R.

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<sup>1)</sup> (5,9,13,19,27,35,44) にみられるように同齡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のみみられる。

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齡林分が形成されている。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-A 4 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-A 1~A 3 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 の狭さく部で礫径は比較的大きくなっている。大春木



写真-4 土石流出状況(大春木沢)

Photo 4. The sand and boulders flowed out.



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.

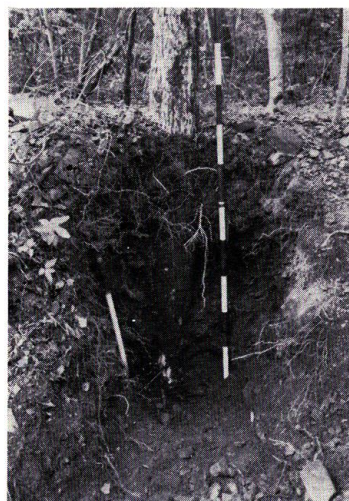


写真-6 埋積した樹幹と不定根の発生状況 (タル沢)

Photo 6. The adventitious root.

表-2 礫径の分布特性

Table 2. Characteristics of 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	sedimentation of sabo dam
	SP. 1580~SP. 1730	55	490	
	SP. 1780~SP. 2230	298	1767	
	SP. 2280~SP. 2570	74	367	
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。

礫の配列状態は、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

で層状構造が認められる(写真-7)。

礫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 $m^3$ 弱の土石の堆積があったといわれ<sup>22)</sup>、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いる場合は集合形式で運搬されたものと<sup>42)</sup>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<sup>3,9,27,44)</sup>。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<sup>2,3,9,35,37)</sup>。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<sup>3,9,12)</sup>(写真-8)。

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

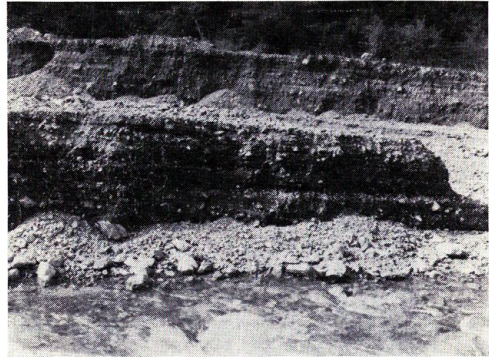


写真-7 堆積崖にみられる礫の層状配列  
(春木川)

Photo 7. Sorting of sediments.



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<sup>10)</sup>、崩壊発生後の年月の推定等<sup>37)</sup>があげられる。

さて、春木川流域において付図-A 4 に示す 111 カ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-A 1~A 3 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。

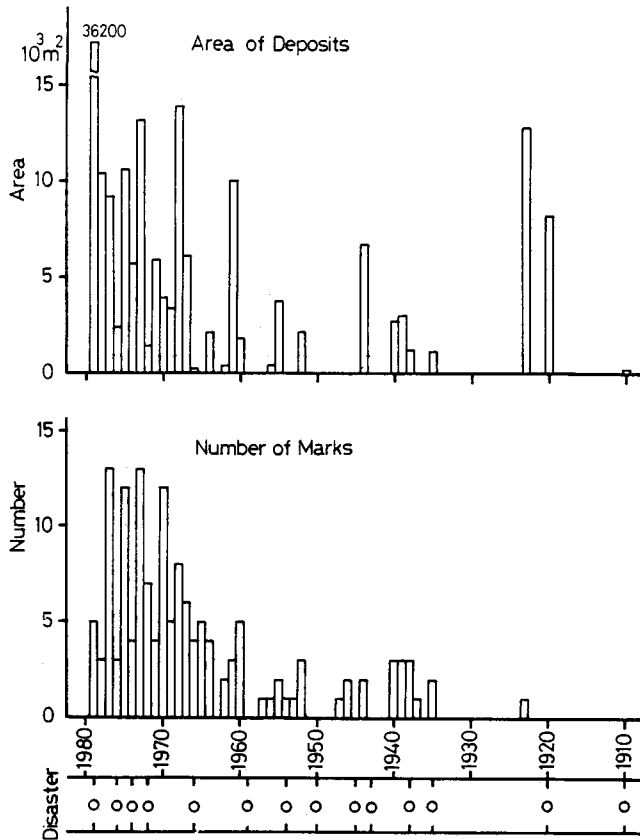


図-6 土石移動痕跡数と氾濫面積

Fig. 6. The number of marks and the area of desposits 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。

表-3 山梨県の災害の歴史

Table 3. The history of the disasters in Yamanashi prefecture

year	month	day	precipitation (mm)		note
			total	per day	
1907 (M. 40)	Aug.	22~28	327	132	typhoon
1910 (M. 43)	Aug.	2~17	583	223	frontal precipitation
1920 (T. 9)	Aug.	2~ 6	155	96	typhoon
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	typhoon
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	typhoon
1959 (S. 34)	Aug.	12~13	195	160	typhoon
1966 (S. 41)	Sept.	21~25	179	66	typhoon
1974 (S. 49)	Aug.	8	202	202	typhoon
1976 (S. 51)	Sept.	7~14	577	297	typhoon
1979 (S. 54)	Oct.	18~19	381	295	typhoon

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、

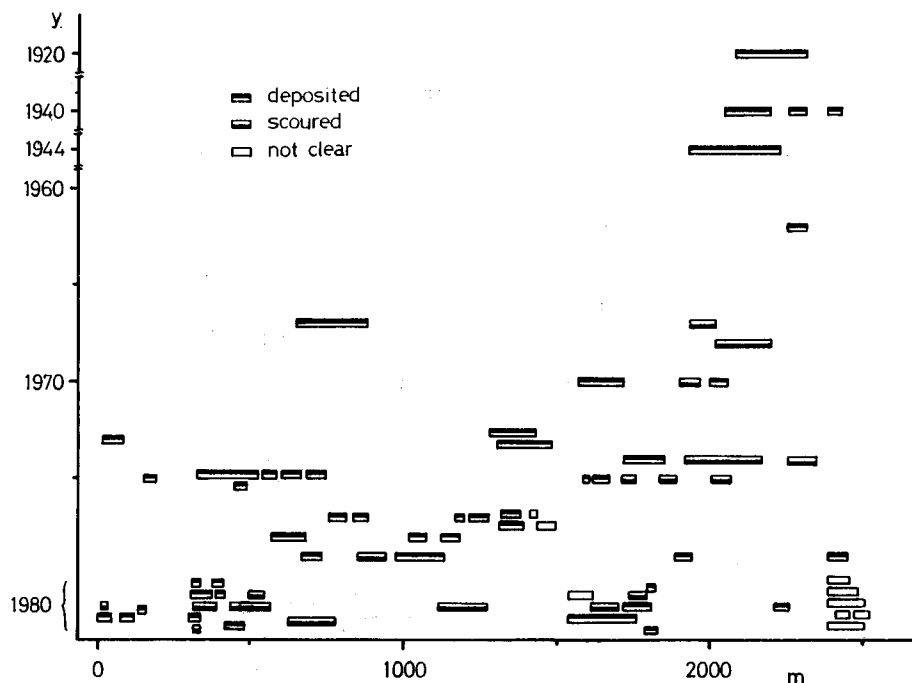


図-7 春木川における堆積地形成年代

Fig. 7. Ages of forming deposits in Haruki-gawa R.

- 1967, 1968 年堆積地 : SP 700~SP 900, SP 1900~SP 2200
- 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

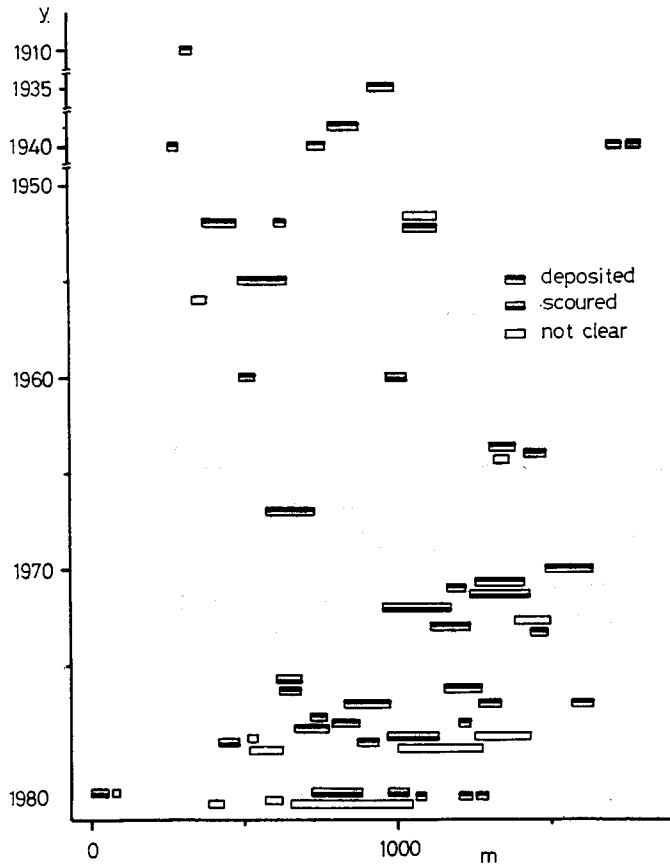


図-8 タル沢における堆積地形成年代

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<sup>2)</sup>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 SP 500 の上下流で異なる。SP 500 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、SP 500 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。SP 500 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 $m^3$ 、春木川で約54万 $m^3$ 、タル沢で約18万 $m^3$ である。区間別では、春木川のSP2000~SP2500、大春木川のSP0~PS500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、SP0~SP1500の間では13年より古い堆積土石はみられず、SP1500~SP2530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

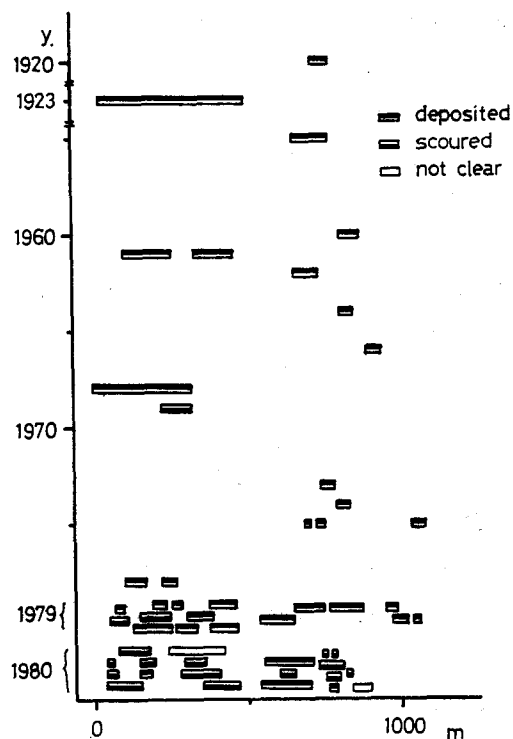


図-9 大春木沢における堆積地形成年代  
Fig. 9. Ages of forming deposits in Oharuki-zawa R.

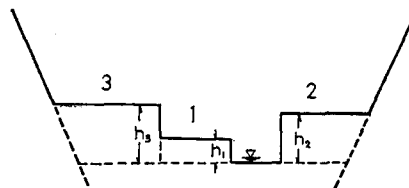


図-10 堆積深度の推定  
Fig. 10. Depth of deposition cross section.

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 $m^3$ 前後と比較的多いが他は1万~3万 $m^3$ 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 $m^3$ 以上である。

全流域では8万 $m^3$ 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 $m^3$ 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るれば、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）

溪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<sup>39)</sup>、実溪流において

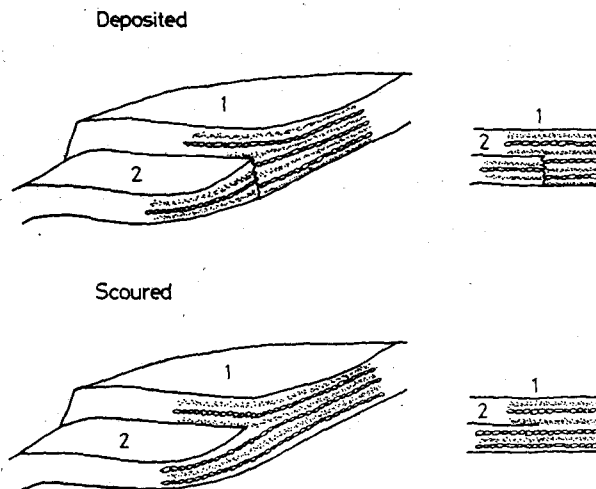


図-11 堆積地のタイプ

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2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2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～SP1200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2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2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溪床堆積地の状況と溪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<sup>30)</sup>、安部川上流部の堆積段丘等<sup>29)</sup>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見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。

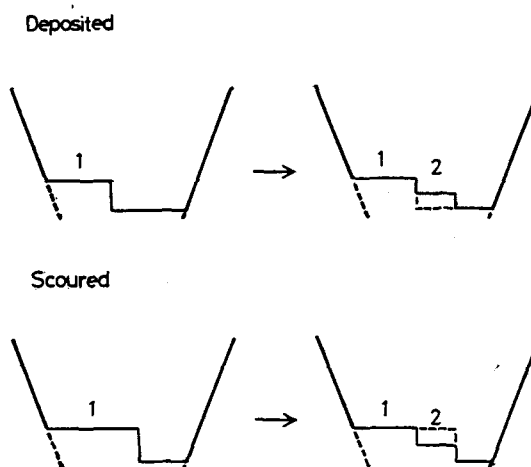


図-12 階段状堆積地の形成過程

Fig. 12. Process of forming terrace deposits.

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-A 3 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-A 6 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理解できる。

このように、ある溪流における堆積地の消長は、その溪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-A 5 (タル沢) にみられるように堆積土石量は少なく、付図-A 6 (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-A 2、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 溪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

溪床形状としては、平面的には直流部、曲流部、狭さく部、拡幅部があり<sup>40,41)</sup>、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<sup>17,43)</sup>、堆積地の形成と谷幅曲線との対比<sup>3)</sup>、拡幅部と堆積地の形成<sup>41)</sup>、砂防ダムの堆砂勾配<sup>33)</sup>、ダムによる川幅の拡大効果<sup>8)</sup>、溪床拡幅部の低ダム群による土石のコントロール等<sup>12)</sup>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、溪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。

春木川における溪床幅と勾配の変化は付図-A 7 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-A 7 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。溪床勾配については、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、特に溪床勾配、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 前後で溪床勾配は 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) の堆積地の分布は溪床勾配 7% 以上では形成されず、この間では谷幅も狭くな

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

	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-5 溪床勾配の特性  
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、溪床勾配20%以上でも堆積地は形成されている。SP 900より上流で溪床幅は溪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-A 5, A 6 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、SP 2000~SP 2300 で100 m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60 m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20 m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溪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、流過地帯とはその溪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いくられる。

以上は両極端の場合であるが、普通実地溪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溪床幅(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、ある溪床幅に対しては、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、溪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 $S_T$ としたとき、 $S_T$ に対して堆積地の形成される臨界幅( $S_T$ に対する個有幅)を $B_{Cr}$ とし、現溪

床幅を  $B$  とすれば、

$B > B_{Cr}$ : 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。実溪流においては、 $B_{Cr}$ の決定は非常に難しいが、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 ( $S_r$ )を推定することにより、 $B_{Cr}$ 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  $S_r$ に対応する流下幅  $B_r$ 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

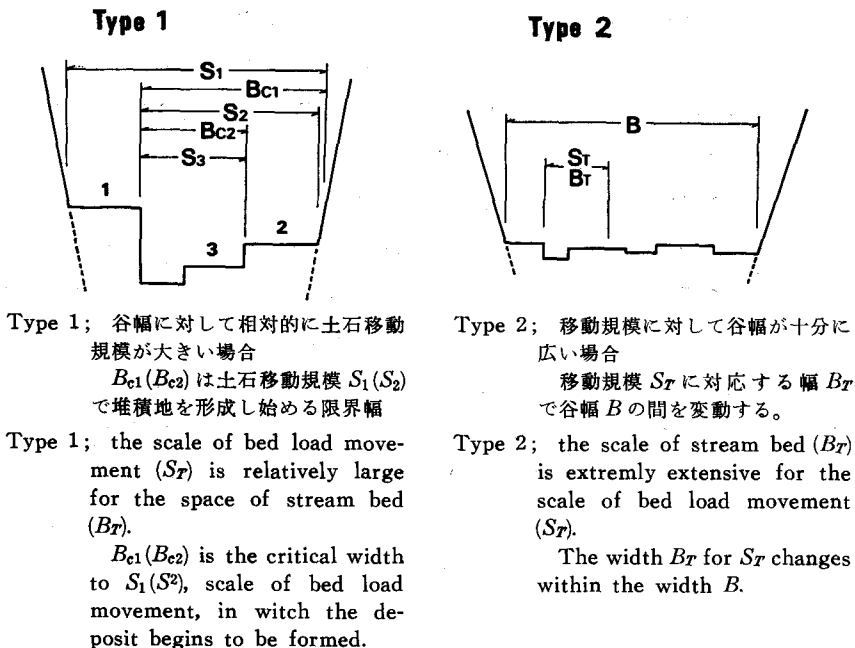


図-13 堆積空間 ( $B_r$ ) と土石移動規模 ( $S_r$ ) との関係

Fig. 13. Relation between space of stream bed ( $B_r$ ) and scale of bed load movement ( $S_r$ ).

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溪流においては、土石は流出過程で堆積し溪床堆積地を形成する。そして、溪床堆積地は流域の土石流出特性を表現している。

(2) 溪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、両者は堆積崖の礫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) 荒廃溪流では様々な規模の土石流出があり、このため、溪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溪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、溪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：荒廃溪流における土石移動の痕跡。新砂防，69，1968。
- 2) 新谷 融：荒廃溪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：溪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：荒廃溪流における段丘形成の一例—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) 平尾経信: 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: 大山礫崖の植物群落. 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—小豆島災害を例として—. 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: 河畔樹木の群落学的研究. 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士川砂防工事事務所: 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—自然史と社会史—. 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)—特に洪水が植群に及ぼす影響に就て—. 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—. 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—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—その地形学的研究—. 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—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.

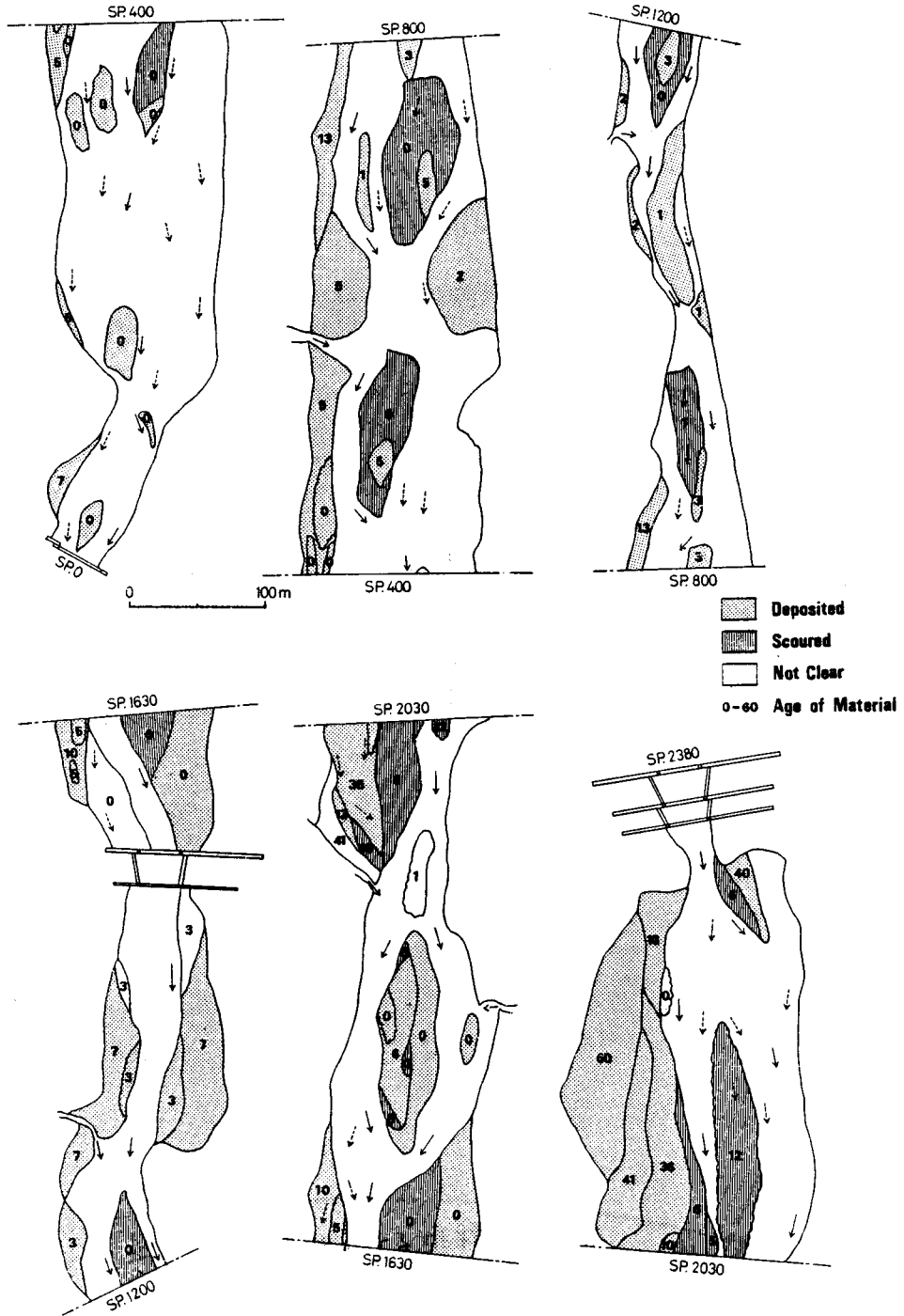
4) In a torrential river, the bed load is transported on various scales, and the deposits show many different conditions. The stratification of deposit is changed by the bed load movement and the stratification varies with the scale of the bed load movement.

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.

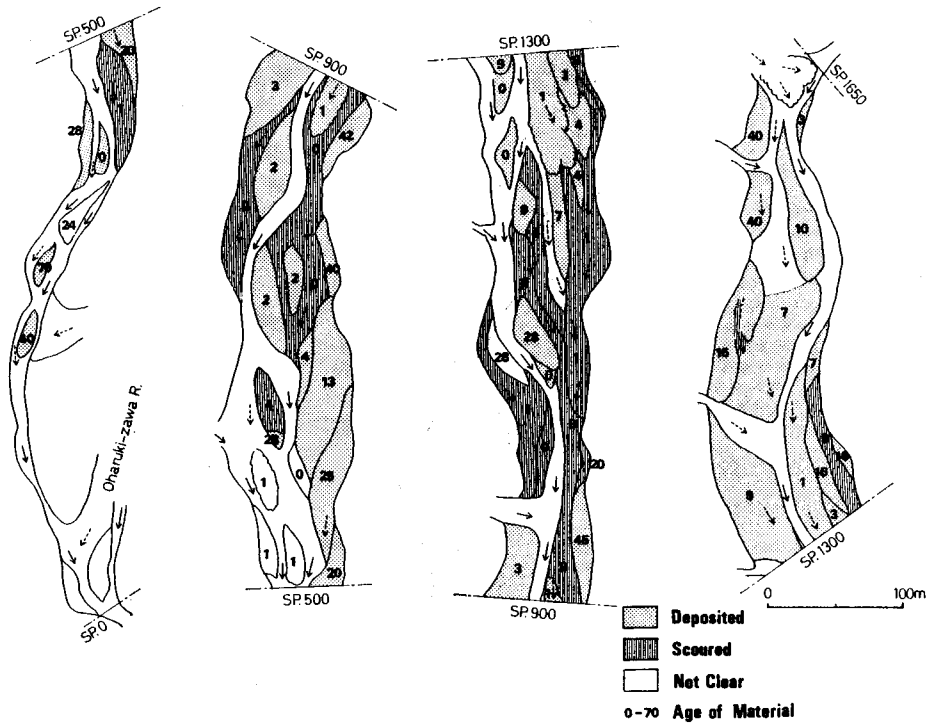
7) From the facts described above, it is proved that the deposits change their shapes according to the scale and frequency of bed load movement and that they are regulated by the space of the river bed. It is possible to estimate the characteristics of bed load movement in torrential rivers, by analyzing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

付 録 Appendix



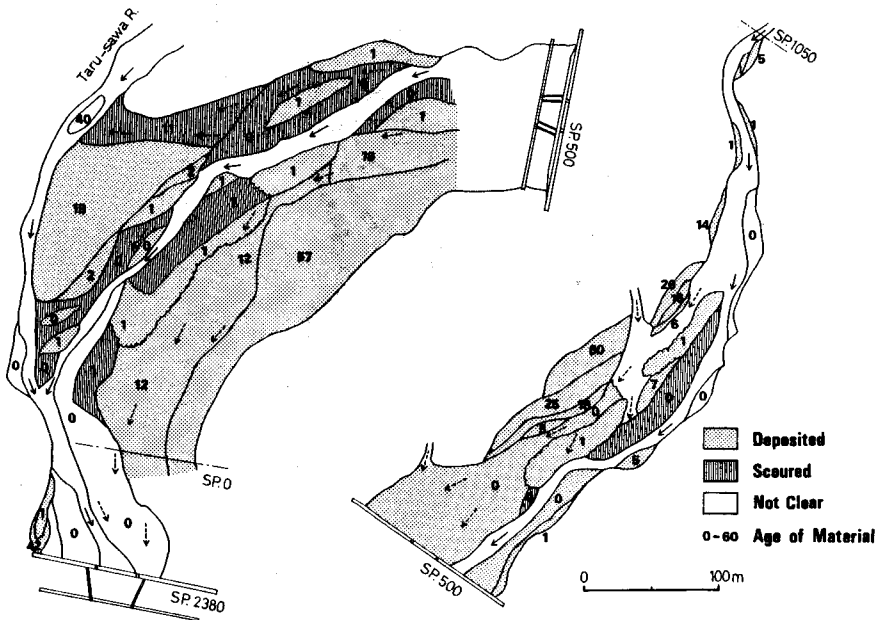
付図-A1 春木川における堆積地の分布

Fig. A1. Distribution of deposits in Haruki-gawa R.



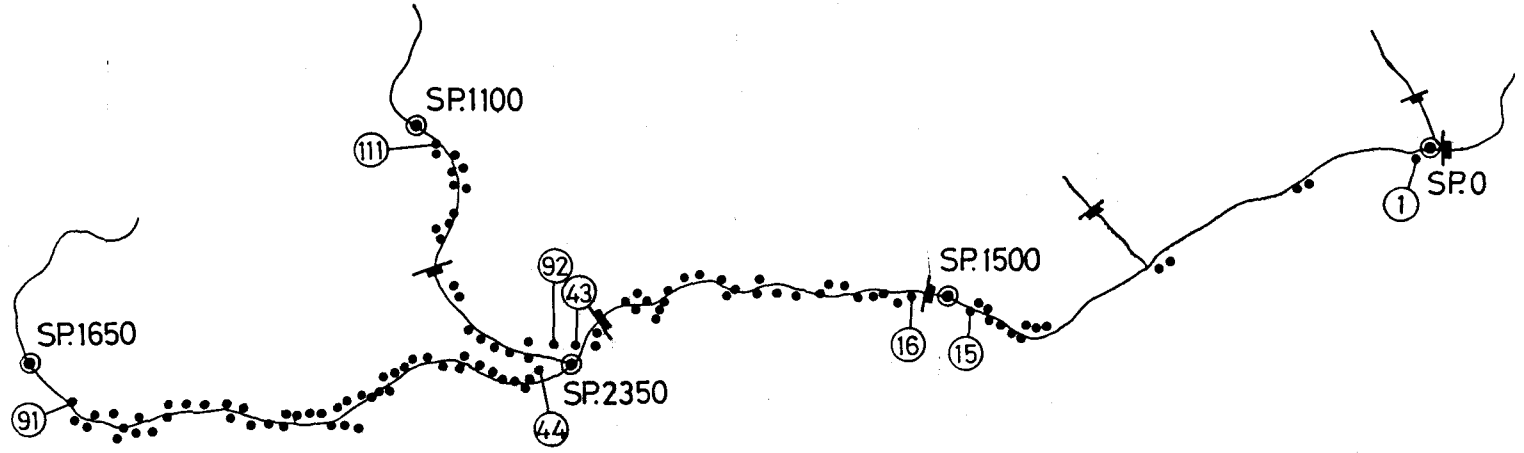
付図-A2 タル沢における堆積地の分布

Fig. A2. Distribution of deposits in Taru-sawa R.



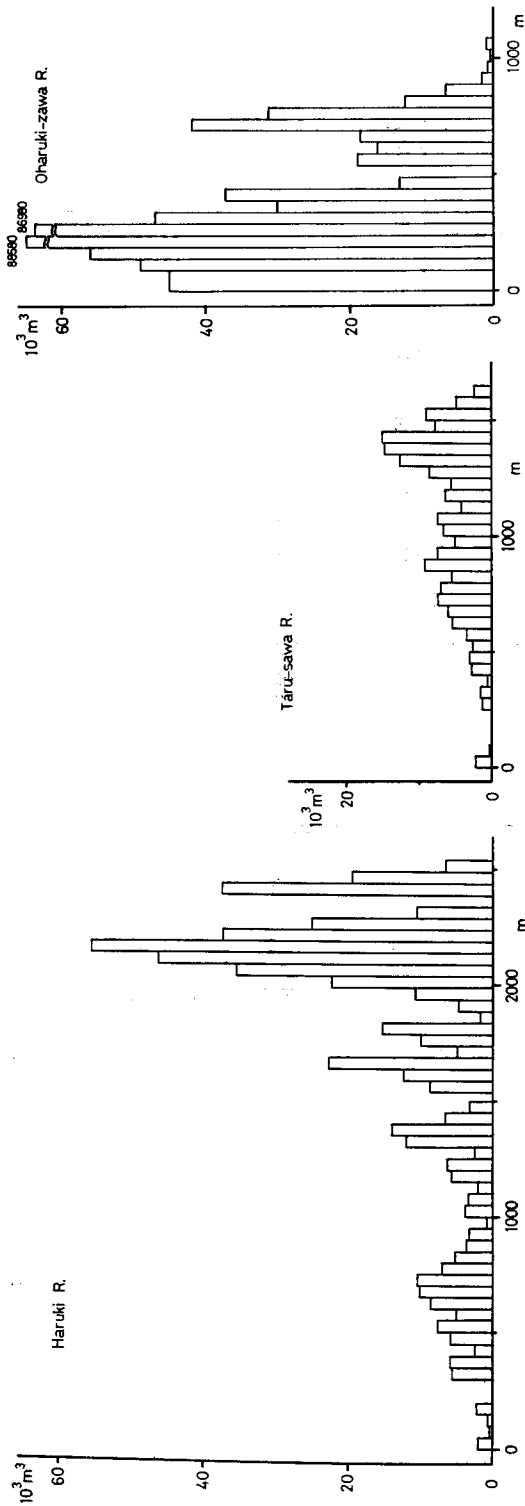
付図-A3 大春木沢における堆積地の分布

Fig. A3. Distribution of deposits in Oharuki-zawa R.

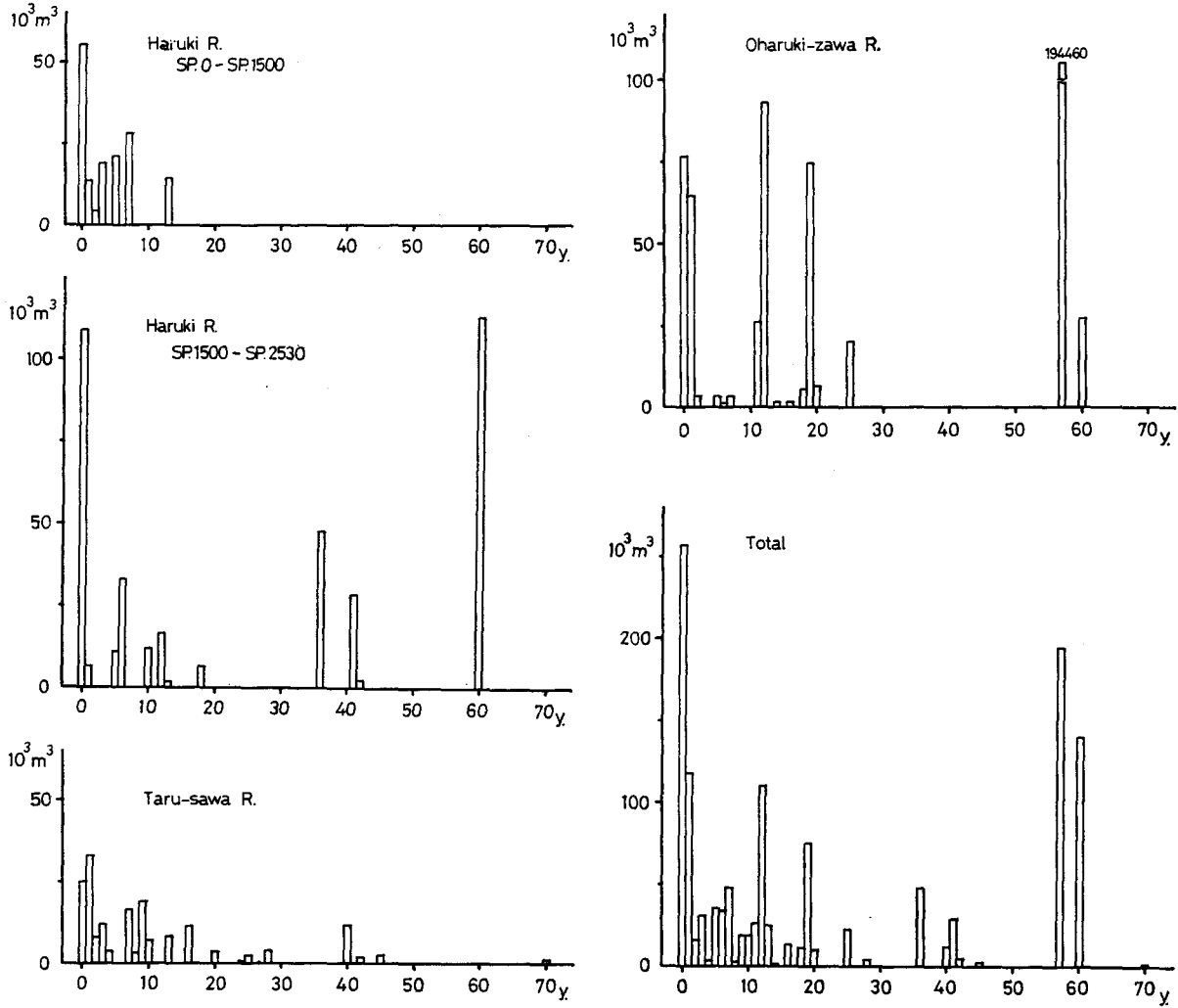


付圖—A 4 木本試料採取位置

Fig. A 4. Sampling points for the tree rings analysis.

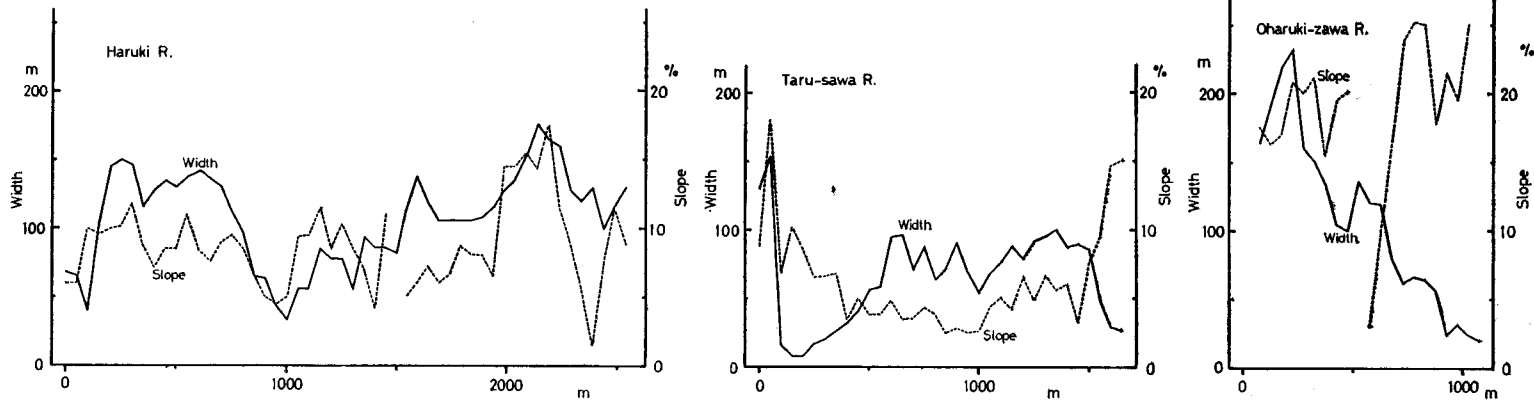


付図-A 5 堆積土石量の分布  
Fig. A. 5. Distribution of quantity of sediments.



付図-A 6 形成年代別堆積土石量

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



付図-A7 谷幅と溪床勾配  
 Fig. A7. The width and slope of stream bed.

付表—A1 年輪解析結果(春木川)

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

Table A 1. Ages of trees invaded on the deposits in Haruki-gawa R.

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
				covered with sand and gravels
1965				
	1975			

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

\* including *Alnus pendula*.

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

付表一A2 年輪解析結果(タル沢)

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

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 A 2. 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			

No.	SP.	species	age	height (cm)	diameter (cm)	invaded age	reaction wood
60	635	<i>Salix</i> sp.		450	6.5		
61	735	<i>Morus bombycis</i>	40	1300	20.0	1940	
62	775	<i>Alnus firma</i>	2	150	1.5	1978	
63	865	<i>Alnus firma</i>	3	250	3.0	1977	
64	865	<i>Alnus firma</i>	3	350	3.0	1977	
65	870	<i>Quercus crispula</i>	42	950	20.0	1938	
66	885	<i>Pterocarya rhoifolia</i>	3	250	3.0	1977	
67	900	<i>Carpinus japonica</i>	34	1200	17.0	1946	
68	945		12	300	3.0	1968	
69	945	<i>Quercus crispula</i>	45			1935	
70	975	<i>Tilia japonica</i>	20	750	11.0	1960	
71	985	<i>Carpinus Tschonoskii</i>	15	600	6.5	1965	
72	1035	<i>Kalopanax pictus</i>	27	850	12.0	1953	
73	1035	<i>Quercus crispula</i>	28	650	7.0	1952	
74	1135	<i>Alnus firma</i>	8	300	4.0	1972	
75	1135	<i>Alnus firma</i>	7	250	3.0	1973	
76	1135	<i>Alnus hirsuta</i>	9	400	3.5	1971	
77	1135	<i>Carpinus japonica</i>	4	200	3.0	1976	
78	1285	<i>Alnus firma</i>	3	250	2.5	1977	
79	1285	<i>Carpinus japonica</i>	9	300	3.5	1971	
80	1315	<i>Alnus firma</i>	16	400	6.5	1964	1972
81	1405	<i>Alnus firma</i>	7	300	3.5	1973	
82	1415	<i>Alnus firma</i>	16	450	4.5	1964	
83	1435	<i>Carpinus japonica</i>	7	350	3.0	1973	
84	1415	<i>Alnus firma</i>	7	550	5.0	1973	
85	1455	<i>Alnus firma</i>	15	300	8.0	1965	
86	1455	<i>Alnus firma</i>	7	500	5.5	1973	
87	1485	<i>Alnus firma</i>	9	500	6.5	1971	
88	1515	<i>Alnus japonica</i>	10	450	6.5	1970	
89	1535	<i>Alnus firma</i>	7	500	2.5	1973	
90	1535	<i>Alnus hirsuta</i>	40	750	13.5	1940	
91	1585	<i>Alnus firma</i>	10	500	7.5	1970	

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
1965, 1966, 1968 1969, 1972,			1972	
		1970, 1972 1976,		
1979				
1964		1972		
		1977		
		1969, 1976		
		1965, 1977		
1972	1979	1975		
1968 1972				
	1976			
	1976			
	1976			
		1973		
		1973		
1969 1973	1973			

付表一A3 年輪解析結果(大春木沢)

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

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

wounded stump	decayed wood	annual ring density	adventitious root	note
1979				covered with sand and gravels
		1961~1965 1969		
1978 1976				
	1975			
				covered with sand and gravels
	1979			
	1973	1974		covered with sand and gravels
	1969	1971~1972		
1968	1968			

付表一A4 春木川における堆積土石量

Table A4. Quantity of sediments in Haruki-gawa R.

age	SP. 0 SP. 1500 (L=1.50 km)			SP. 1500 SP. 2530 (L=1.00 km)			Taru-sawa R. (L=1.65 km)			Oharuki-zawa R. (L=1.01 km)			Total (L=5.16 km)		
	$Q_s$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a/L$	$Q_s$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a/L$	$Q_s$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a/L$	$Q_s$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a/L$	$Q_s$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a$ (m <sup>3</sup> )	$Q_a/L$
0	47300	47300	31530	109020	109020	109020	25110	25110	15220	76180	76180	75430	257610	257610	49920
1	13880	61180	40790	6730	115750	115750	33090	58200	35270	64690	140870	139480	118390	376000	72870
2	4490	65670	43780				8140	66340	40210	2810	143680	142260	15440	391440	75860
3	19070	84740	56490				11980	78320	47470				31050	422490	81880
4							3390	81710	49520				3390	425880	82530
5	21150	105890	70590	11000	126750	126750				3190	146870	145420	35340	461220	89380
6				33290	160040	160040				1040	147910	146450	34330	495550	96040
7	28360	134250	89500				16580	98290	59570	3200	151110	149620	48140	543690	105370
8							3110	101400	61450				3110	546800	105970
9							18740	120140	72810				18740	565540	109600
10				12170	172210	172210	7240	127360	77200				19410	584950	113360
11										26000	177110	175360	26000	610950	118400
12				16470	188680	188680				93090	270200	267530	109560	720510	139630
13	14590	148840	99230	2170	190850	190850	8620	136000	82420				25380	745890	144550
14										1610	271810	269120	1610	747500	144860
16							11500	147500	89390	1810	273620	270910	13310	760810	147440
18				6420	197270	197270				5480	279100	276340	11900	772710	149750
19										74520	353620	350120	74520	847230	164190
20							3520	151020	91520	6340	359960	356400	9860	857090	166100
24							590	151610	91830				590	857680	166220
25							2590	154200	93450	20350	380310	376540	22940	880620	170660
28							3810	158010	95760				3810	884430	171400
36				47820	245090	245090							47820	922530	180670
40							11520	169530	102740				11520	943770	182900
41				28580	273670	273670							28580	972350	188400
42				2630	276300	276300	2240	171770	104100				4870	977220	189380
45							2720	174490	105750				2720	979940	189910
57										194460	574770	569080	194460	1174400	227600
60				113210	389510	389510				26840	601610	595650	140050	1314450	254740
70							1280	175770	106530				1280	1315730	254990