

## 白川の流砂泥の研究：第1報

篠原，謹爾

薄，慶治

<https://doi.org/10.15017/4743351>

---

出版情報：應用力學研究所所報. 6, pp.11-22, 1955-03. 九州大学応用力学研究所  
バージョン：  
権利関係：

# 白川の流砂泥の研究 (第1報)

篠 原 謹 爾  
薄 慶 治

## 要 旨

この報告は昭和28年6月末、白川の洪水によりもたらされた流砂泥の氾濫分布状態の調査と流砂泥の比重測定及び粒度分析の結果並びに現地調査と若干の水理資料とから流砂泥の移動に関する性質を調べた結果を述べたものである。

1. 概説 昭和28年6月末の梅雨前線による大雨が九州の北部及び中部地方にもたらした被害は莫大なものであり、熊本県だけの被害についてみても、県当局の発表によれば、総額850億にのぼり、白川流域の災害はその大半を占めるようである。白川の氾濫による被害は単に洪水量が非常に大きかつたためばかりでなく、白川がもたらした流砂泥によるものも大きいことは注目すべきことである。すなわち熊本市内に堆積した土砂だけでも熊本大学松本博士の調査によると約600万トンといわれ、県の計画でも240万 $m^3$ と見積っており、これの排除に要する費用は約80億円となつている。このような土砂は勿論、白川の水源にある阿蘇山の噴火により、もたらされる火山灰、いわゆるヨナが大部分であろうとは想像されるが、これらの運搬される機構や堆積土砂の物理的性質を明らかにすることは、白川の治水対策上必要なことと考えられる。ここに報告するものは、主として、洪水直後に行つた現地調査と若干の実験によつてえられた結果であつて、白川の流砂泥の河川水理上の諸性質については今後研究することにしてゐる。

この調査及び研究は当研究所において、昭和28年度から開始されている、文部省特殊研究費による「九州地方の河川の流出量及び流砂量の研究」の一部であり、又、東大安芸校一教授を主班とする、昭和28、29年度文部省科学研究費による総合研究、「北九州等の洪水に関する研究」の一部である。

調査にあつては、熊本県土木部の各位により多大の御便宜を与えられ、更に、土木学会西部支部よりも援助をうけた。ここに記してお礼申上げる。

2. 流砂泥の堆積状況と粒度分析 筆者は県当局の御好意により、7月14、15の両日にわたり災害直後の白川沿岸の流砂泥の氾濫堆積状況を調査し、主要地点の河床及び氾濫堆積土砂泥の粒度分析及び比重測定を行つた。更に、10月中旬、白川河口より水源附近まで及び支流黒川沿岸の流砂泥の状況を調査した。

試料採取地点を図示すれば第1図のようであり、堆積土砂泥の粒度分析の結果は第2図に示すようである。

以下、熊本市内から白川に沿うて上流水源に至る間の土砂泥の氾濫堆積状況及び粒径、比重について説明する。

熊本市内に堆積したヨナは市民に深刻な悩みをもたらした。雨がふれば舗装された繁華街も一面に泥田のようなぬかるみと変わり、長靴なしでは一步もあるけないし、天気がつづけば、泥土が乾いて、バスやトラックの往来によつて1m先もみえない程のほこりになやまされるのである。その状況の一端を示すものとして第3図及び第4図を掲げる。

熊本市内に氾濫堆積した流砂泥の1例として熊本大学工学部構内に堆積した泥土の中、表面及びその少し下の部分の2ヶ所からとつた試料(1, 2)は真比重2.2, 0.075ミリフルイを全部通過する。土砂の真比重は一般に2.6~2.8位のものであるから、この試料の比重はかなり小さいことがわかる。先年、阿蘇谷の泉川の河床堆積土の比重測定を行つた結果によれば次のようであつた。<sup>1)</sup>

粒 径 (ミリ)	5.0~2.5	2.5~0.6	0.6~0.15	0.15~0.088
比 重	2.05	2.50	2.79	2.98

すなわち、粒径の小さいもの程比重は大きい。しかるに、上記の土砂泥は粒径が0.075ミリを全部通過する程小さいものでありながら、比重も小さいから、河床に堆積している土砂とは可なりちがつた性質のものといえる。恐らく河床の土質に無関係な、洪水時は浮流して移動し遂に堆積するに至る浮泥(Wash load)と考えられる。この浮泥が上流の山野に堆積していた火山灰中の微粒軽重量の部分であるか、中流部の耕土の有機物を含む軽重量物であるかは今後の研究にまたねばならないが、この浮泥は白川の流砂泥において相当重要な部分を占めるように思われる。熊本大学園田氏は熊大構内に堆積している泥土は、熊本市内に堆積している土の代表的なものとはみなし難く、いわゆるヨナとは異なると述べている。いずれにしても、洪水の末期に堆積するものは微粒の浮泥と考えられるから、その起源と輸送機構を研究することは今後の洪水における流砂泥の氾濫対策に極めて必要なことと思われる。

次に、熊本市の北郊豊肥線龍田口駅附近は第5図のように橋梁流失というような大きな被害があり、氾濫土も広い範囲にわたり堆積している。この場所でもとられた試料(3, 4, 5, 6)は真比重2.9, 平均粒径0.15~0.30ミリで、熊本大学構内のものに比べ相当大きな粒径をもつており、比重もヨナのそれにほぼ等しい。第6図は試料採取の状況を示している。

<sup>1)</sup> 応研所報 第3号, 昭27, 30頁.

熊本市から上流約 5 キロの龍田村弓削部落では、白川の大洪水ごとに、沿岸の住家は軒先まで浸水しているが、ここの河原に堆積している土砂の試料 (7) は真比重 2.5, 平均粒径 0.18 ミリであり、比重が少し軽いだけで、龍田口の堆積土と大差はない。0.075 ミリから 0.3 ミリまでの間の粒径のものが大部分を占めていることは堆土の性質として注目すべきことと思われる。第 7 図は弓削部落における白川沿岸の状況を示している。

更に上流、立野との中間部ではところどころ氾濫、堆積土のあとがみられる。第 8 図は瀬田附近の氾濫堆積の状況を示している。

立野の黒川第一発電所附近は白川の流砂泥のため、相当な泥害をうけているが、これから黒川との合流点戸下附近までは溪谷が深いため氾濫はない。熊本から上流約 30 キロの栃木温泉附近では崖崩れなども相当あり、これらの土砂も混入しておるらしく、ここでとられた試料 (8) は真比重 2.8, 平均粒径 0.4 ミリ, 0.075 ミリ以下の粒径のものは 1% 以下で、下流の堆積土に比べ相当粗くなっている。この附近から上流の沿岸の崖くずれ、外輪山の山くずれ等による土砂の混入も考えられるので、白川の下流に堆積した土砂が必ずしも阿蘇山中腹以上に堆積している比較的新しいヨナのみであるとはいえないように思われる。第 9 図は栃木附近の河床の状況、第 10 図はその附近の山くずれ土砂流のあとを示している。

一昨年の白川の洪水における流砂泥の主な源と考えられている南郷谷には多くの山くずれ、それに伴う山津波 (土砂流) がおこり、いたるところに大きな被害をうけ、氾濫の跡が生々しくのこっている。その中の一つ、白水村中松部落は最も大きな山津波をうけており、第 11 図にみえる御釜門山、中岳、高岳、丸山 (左より) とつづく山々の中、山くずれの最もひどかつたのは御釜門山、丸山、中岳の南斜面で、これらの山くずれによる土砂流が麓の白水村一帯に流下し、第 12 図のようにおびただしい巨石をのこし、白川に流れこみ、その途中は、第 13 図のような砂漠と化した堆積土地帯となつている。中松で採取した試料 (9, 10) の真比重は 2.8~2.9, 平均粒径 0.26~0.3 ミリ, 0.075 ミリ以下の微粒は 10% 以下で阿蘇谷溪流の河床に堆積している土砂とほぼ似た粒径を示している。また土石流の通過したあとである比較粗い堆積土の試料 (11) では真比重 2.6, 粒径は 1.2 ミリフルイに全部残留するような砂となつている。

**3. 流砂泥の移動について** 白川の流砂泥が洪水時または平水時どのような機構で運ばれるかを研究するため、一昨年の洪水の資料をもとにして若干の計算を行つて、洪水時の移動に関する推定を試みるとともに、平水時の現地観測を行つて、平水時の移動を調べた。

一昨年の白川の洪水に対し、九州地方建設局では種々の水理量に関する調査資料を発表

しているが、<sup>(1)</sup> その中、白川の中流部の三地点、龍田口、上津久礼、川久保における、水面勾配  $I$ 、径深  $R$  (m)、平均流速  $V$  (m/s) は洪水痕跡から次表のように推定している。

地 点	$I$	$R$	$V$
龍 田 口	1/255	6.82	5.64
上 津 久 礼	1/166	7.18	6.94
川 久 保	1/210	6.68	5.84

以上の水理量をもとにして、各地点の掃流力  $T$  ( $\text{kg/m}^2$ )、及び栗原博士の限界掃流力を与える式<sup>(2)</sup>を用いて、各地点で最大水位時、河床の土砂礫の中移動をおこしうる最大の粒径  $D$  (cm) を計算すると次のようになる。

地 点	$T$ ( $\text{kg/m}^2$ )	$D$ (cm)
龍 田 口	26.75	38
上 津 久 礼	43.25	52
川 久 保	31.81	42

つまり、洪水の最盛時には、河床に堆積している土砂礫の中 40~50 cm 位の粒径のものまでは移動したであろうと推定されるのである。

次に、細かい粒径の土砂は完全に浮流状態で移動するものと考えられる。Kalinskeの研究によると、<sup>(3)</sup> 土砂粒の沈降速度  $V_s$  と摩擦速度  $u_* = \sqrt{gRI}$  との比  $z = V_s/u_*$  が 0.03 以下では完全に浮流して移動するようである。かりに、この関係が白川においても成立つとし、このような土砂の粒径を求めてみると次のようである。

地 点	$u_*$ (m/s)	$d$ (mm)
龍 田 口	0.502	0.15
上 津 久 礼	0.651	0.18
川 久 保	0.558	0.16

龍田口、弓削の堆積土砂の粒度分析によると、粒径 0.15~0.18 ミリ以下のものは 5~50 %位であるから、以上の推定が正しいものとすれば、堆砂泥は浮泥だけではないようである。

白川の流砂含有量については信頼しうる資料が少い。筆者等の知りえたものは、九州電力黒川第1発電所及び熊本県宮地土木事務所の実測資料である。前者は黒川に設けられている発電所取水口から流入した水の含有土砂を赤瀬沈砂池で沈澱させる際、沈澱能率を調査するために行われているものである。観測は必ずしも含砂量の多い日を選んで行つたものでなく、むしろ平時の含砂量を知りう

(1) 九州地方建設局：白川改修計画書，昭和28年12月。

(2) 栗原道徳：限界掃流力について，流体工学研究所報告，第4巻第3号，昭23。

(3) Lane and Kalinske:—The Relation of Suspended to Bed Material in Rivers, Trans. A. G. U., Vol. 20, 1939.

るにすぎないが、最大 0.5% 程度である。この含砂量は黒川自体のそれより可なり小さいものようである。宮地土木事務所の調査は昭和 25 年 6 月以降のもので、相当の降雨があつた時に観測されている。その資料を掲げると次のようである。<sup>(1)</sup>

月日	日雨量	含 砂 量			
		古恵川	東岳川	泉 川	西岳川
6. 28	37.3	1.4 %	11.0 %	13.5 %	10.1 %
7. 1	72.1	0.6	7.5	8.0	12.0
8. 13	78.2	0.8	2.5	4.0	4.0
8. 19	74.7	1.2	2.0	9.7	11.6
9. 12	108.4	1.0	6.0	4.0	8.0
9. 13	274.1	1.4	6.0	4.0	8.0

これらの含砂量は容積比で表わしてある。最大は 13.5% であり、最大日雨量の時に最大の含砂量があらわれていないことからみて、短時間の雨量が含砂量には著しく影響するのではないと思われる。

筆者等は流砂採取方法の検討と低水時の流砂移動状況の調査のため昭和 28 年 12 月初旬黒川に赴いた。

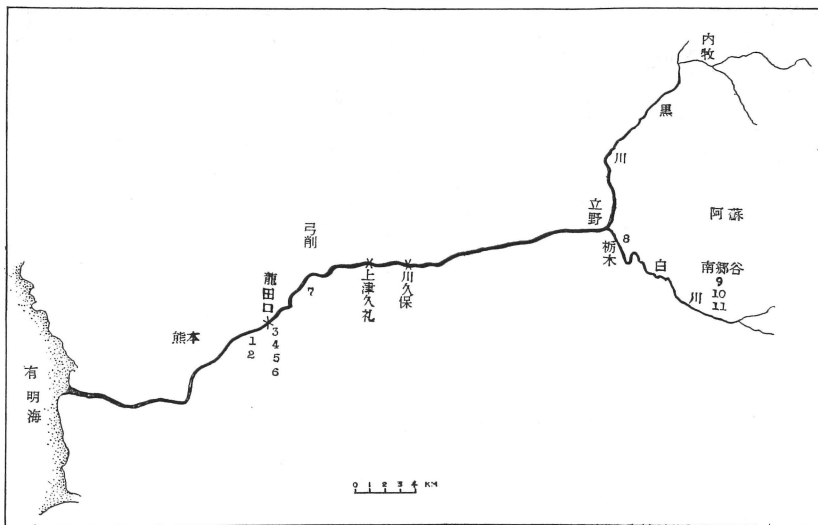
採水器としては当研究所池田助手が考案したもの 2 種 A, B (いずれもガラス製)、ビール瓶、宮地土木事務所使用のもの (C) を用いた (第 14, 15, 16, 17 図参照)。全く同一条件で比較することが困難であり、どの器具も容器中に水が流入する状態は流れているときとちがうので、えられた含砂量が流水中のそれを正しくあらわすとはいえず、結局著しい差異はないものとみて、取扱いの簡便さから、専らビール瓶を使用した。12 月 9 日から 10 日にかけて、内牧町を中心とする黒川の各地点 (第 18 図参照) で観測した含砂量を示すと第 1 表のようである。このような観測から、黒川では低水時には定常状態の土砂の移動が行われているとは考えられないことが知られた。すなわち、下流から上流に向つて流れの濁りの程度をみていくと、場所によつてにごりかたがかなりちがつており、同一地点でも 2, 3 時間の中にごりかたがかわるという変化がみられるのである。このような調査から、黒川では、相当大きな降雨の時以外では浮流状態で移動する土砂は少く、平常は、洪水時に堆積した土砂が川の状況、流れの水理的性質に応じて、局部的に浸蝕又は洗掘、流送、沈澱、堆積等の運動を行つて、平水時の流れに最も適するような河床を形成するように土砂の移動が行われているのではないかと考えられた。

(昭和 30 年 2 月 21 日 受理)

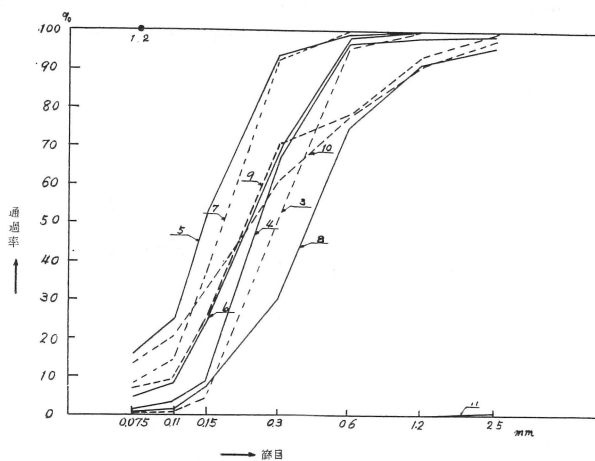
(1) 前掲、九州地方建設局、白川改修計画書。

第 1 表

観測日時	採水地点	混濁状態	川巾 (m)	水深 (m)	流速 (m/s)	採水方法			含砂率 (g/l)
						平面位置 (m)	水面下 (m)	器種	
昭 28.12.8 12~17	九電赤瀬沈砂池内	僅かに濁る	7.3	3.0	0.6	中 央	2.66	ビールビン	0
"	"	"	"	"	"	"	1.90	"	0
"	"	"	"	"	"	"	1.76	"	0
"	"	"	"	"	"	右岸から 0.3	0.03	A	0
"	"	"	"	"	"	"	0.05	B	0
9. 10~12	内牧町捷水路取付部	混 濁	8.5	1.0	0.9~1.0	左岸から 3.0	0.90	"	1.64
"	"	"	"	"	"	"	0.40	A	0.51
"	"	"	"	"	"	"	0.30	C	1.19
"	"	"	"	"	"	"	0.40	ビールビン	0
"	"	"	"	"	"	5.8	0.70	"	0.25
"	"	"	"	"	"	"	0.10	"	0.05
9. 4 <sup>15</sup>	宮地町郊外	清 澄	10.0	0.1		中 央	0.03	"	0
3 <sup>15</sup>	黒川, 岳川合流点岳川寄	赤褐色, 混濁甚し	"	0.2		"	0.10	"	6.31
3 <sup>30</sup>	" 黒川寄	黒灰色, "	"	1.2		左岸から 2	0.20	"	0.19
4 <sup>00</sup>	" 下流二百米	赤黒褐色, "	20.0	1.5		右岸から 1	0.50	"	0.23
4 <sup>45</sup>	内牧町捷水路取付部	混濁甚し	8.5	1.2	0.9~1.0	左岸から 3	0.95	"	0.91
4 <sup>45</sup>	"	"	"	"	"	"	0.48	"	0.64
10. 10 <sup>55</sup>	"	僅かに濁る	"	0.6		"	0.30	"	1.18
10 <sup>20</sup>	"	"	"	"		"	0.03	"	3.00
11 <sup>00</sup>	"	"	"	"		2	0.40	B	0.59
10 <sup>30</sup>	花原橋	清 澄		0.3		"	0.20	ビールビン	0
11 <sup>30</sup>	折戸合流点	焦茶色	12.0	1.0	0.5~0.6	中 央	0.20	"	0.47
12 <sup>10</sup>	小野橋	"	13.4	"	0.6~0.7	右岸から 9.8	0.20	"	0.30
12 <sup>35</sup>	大正橋	"	18.0	0.8	0.4~0.5	" 14.7	0.20	"	0.41
13 <sup>40</sup>	九電赤瀬沈砂池取付口	薄焦茶色		2.0		右岸近く	0.50	"	0
14 <sup>30</sup>	" 池内	茶 色	7.3	2.8	0.8~1.0	中 央	0.40	"	0
14 <sup>50</sup>	" 池内	"	"	"	0.75	"	0.40	"	0



第 1 図



第 2 図

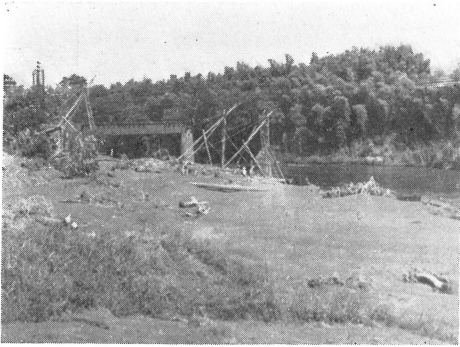




第 3 图



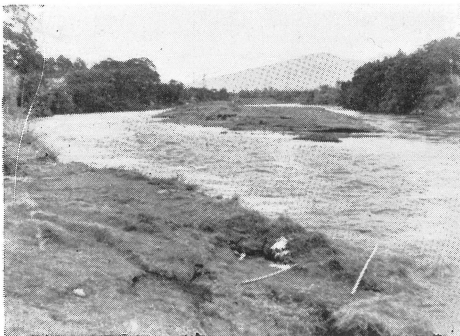
第 4 图



第 5 图



第 6 图



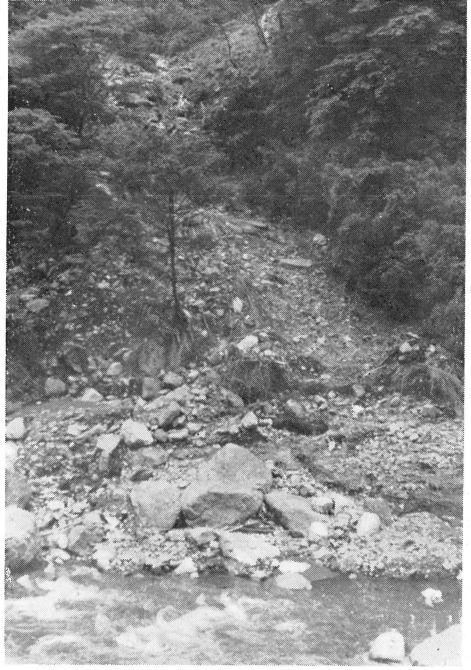
第 7 图



第 8 图



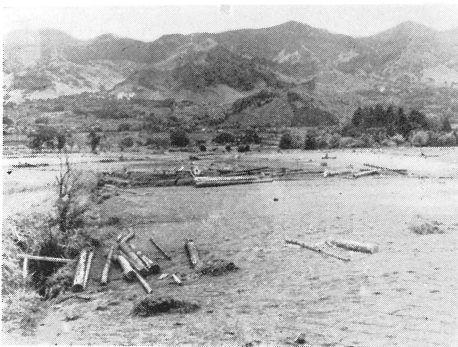
第 9 図



第 10 図



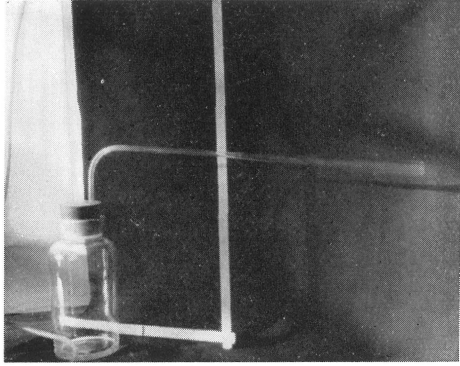
第 11 図



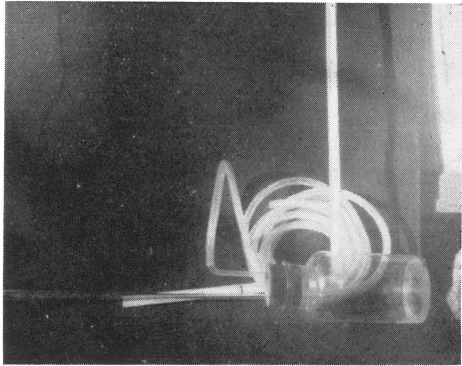
第 13 図



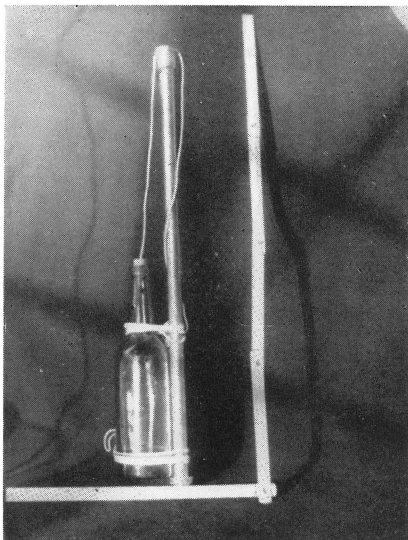
第 12 図



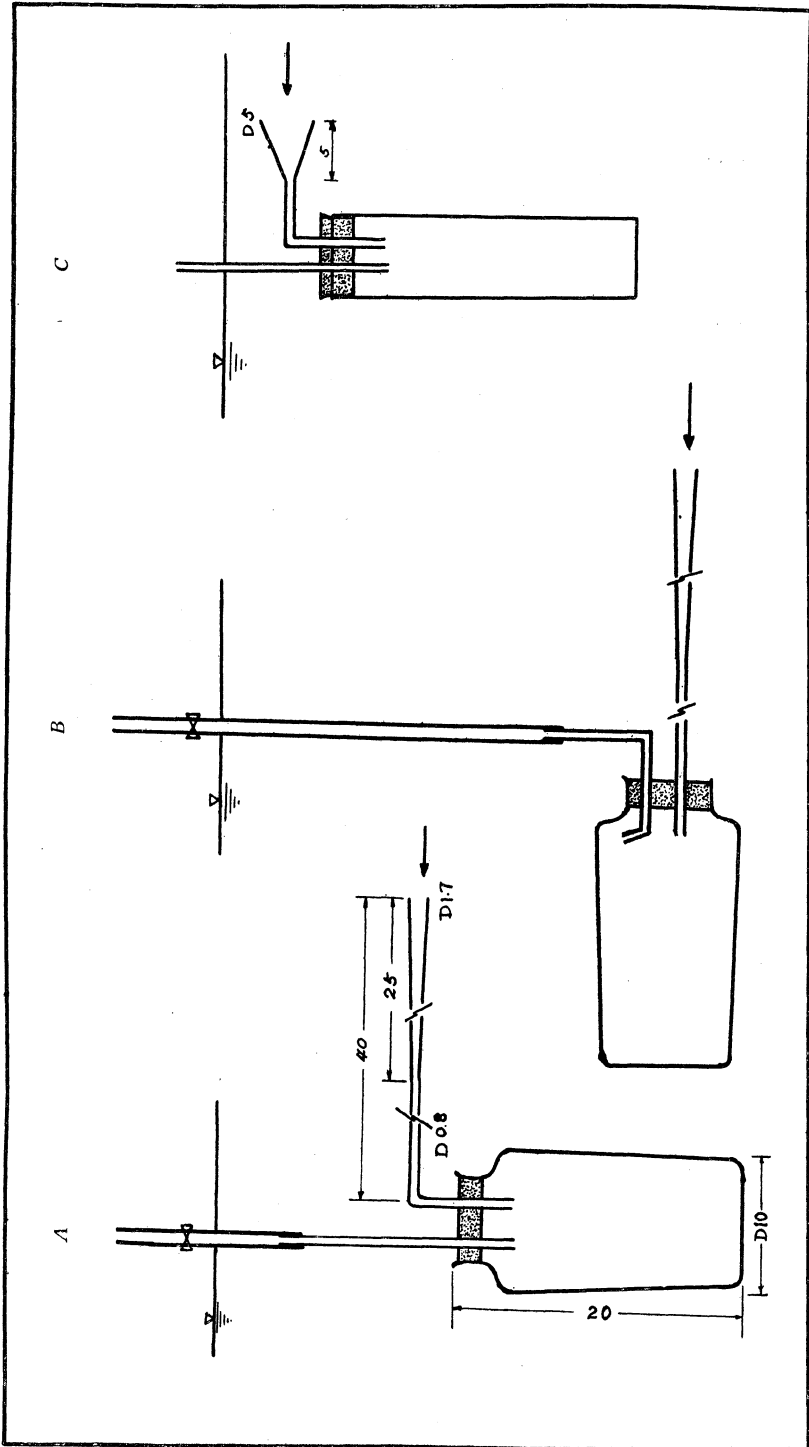
第 15 图



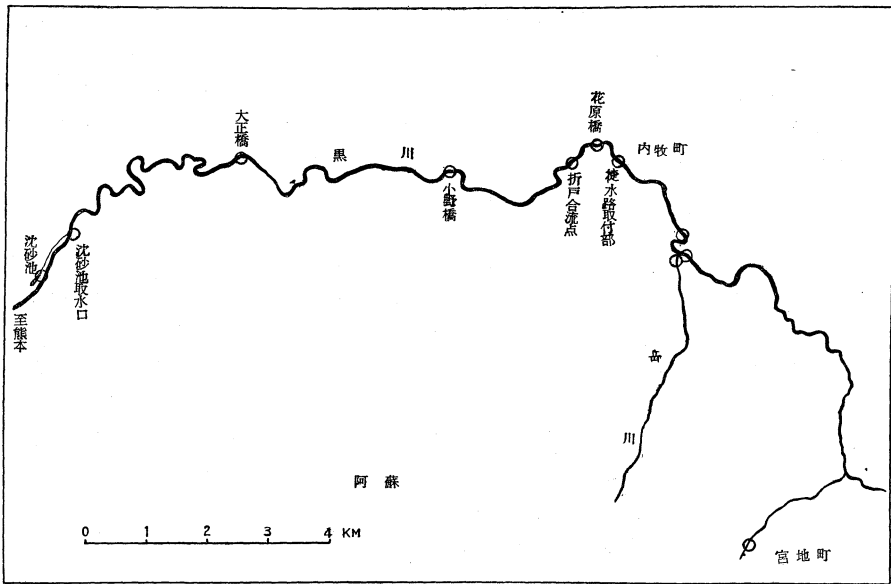
第 16 图



第 17 图



第 14 図



第 18 図