



Title	北海道の農林地流域河川における浮流土砂流送挙動
Author(s)	長沢, 徹明; NAGASAWA, Tetuaki; 梅田, 安治 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 15(4), 352-362
Issue Date	1987-10-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12078
Type	departmental bulletin paper
File Information	15(4)_p352-362.pdf



北海道の農林地流域河川における浮流土砂流送挙動

長 沢 徹 明 ・ 梅 田 安 治 ・ 水 谷 環

(北海道大学農学部農業工学科土地改良学教室)

(昭和62年5月29日受理)

Behaviors of Suspended Sediment Loads from Agro-forestry Basin in Hokkaido

Tetuaki NAGASAWA, Yasuharu UMEDA
and Tamaki MIZUTANI

(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

I. ま え が き

河川水は、その大部分が降雨からなりたち、地表を流去したものと一旦地下に浸透したものが合したものである。したがって、空中を降下する途中の浮遊物、地表を流れる途中の土粒子等各種無機物・有機物、地中の塩類などの諸物質が溶解・懸濁形態で河川水に混入している。河川の水質は、増水期と渇水期など流量の変化、季節的な水温の差、海岸線との距離に密接な関係を持つ風送塩量、流域の人為的活動などにより複雑に変動する。この水質変動現象を大別すると、①経年変化、②季節変化、③曜日変化、④経時変化、⑤不規則変化の5つに分けられる。①は社会的、経済的情勢が反映される場合もあるが、各年の水文特性に強く影響される。②は水流量の季節変動に支配される。③、④は人為的汚濁の結果として生ずるものであるが、④の特殊な例として積雪地域における春先の融雪流出に付随する水質の経時変化がある。⑤は水流量の不規則変化や、人為的汚濁源からの発生負荷量の不規則変化に由来するものである。以上を概観すれば、周期性の変化は人為的汚濁源、不規則性の変化は水流量変化に支配されているようである。

河川の流量と水質変動の関係に着目して水質項目を類型化すると、つぎのような3つの型に分けられる。①汚濁型＝濁度、 KMnO_4 消費量、COD、SS等。②中間型＝BOD、T-P、T-N等。③希釈型＝ $\text{NH}_4\text{-N}$ 、ABS、 Cl^- 等。そして①は、平水、低水、渇水時には大きな水質の悪化はみられないが、豊水以上から急激に悪化する。②では、流量にかかわらず水質変化は一定の発生頻

度を示す。ただし、河川や項目によっては、ある特定の流量で高い値を示すこともある。③の場合は、平水、低水時に平均的な水質を示し、渇水時には水質が悪化して豊水時には良くなる傾向を示す。

さて、農用地開発が河川水質に与える影響の1つとして、浮流土砂を主体とした水系の汚濁が挙げられる。すなわち、造成中においては工事用道路の設置、水系(河川)の改修、地被植生の剥脱などにより、土砂流亡が増加する可能性が大きい。しかし、農地開発にあたっては、土木的、農法的な各種の対策により土砂の流入を極力抑制する方法がとられている。もう1つの水質汚濁源は、各種塩類やイオン類であり、石黒らは農用地開発と対応させて以下のように指摘している²⁾。山林と農耕地とでは、物質循環構造は基本的に異なる。山林を開畑する場合、従前の山林としての安定した物質循環系から、新しい耕地としての循環系へ循環システムの組替えが生じるが、そのシステム再編成に際して新しい系で安定性を欠く物質が多量に放出され、雨水流出によって運び出される。一方で、畑地土壌の成熟化のために土壌改良材や肥料などの多量の物質が投入され、それによる流出の水質負荷も大きい。そして、農地造成の施工にともない、系は大きく攪乱されるが、次第に新しい系が形成され、完全復元ではないまでも安定した物質循環系の回復に向かうのである。

以上のごとき河川水質挙動の複雑さをみると、一般に行われているような定期観測(例えば月1回で年間12回)では把握しきれない部分がある。とくに、浮流土砂濃度のごとき流域の流出特性に強く支配される不規則性

項目では、水文量変化の前後にわたる連続観測が望まれる。

上記の問題に対する基礎的検討として、出水に伴う浮流土砂流送挙動の実態を北海道北部の小流域を対象として調査した³⁾。ここでは、流域の位置・形状・規模の全く異なる釧路湿原周辺河川の事例について検討を加え、資料の集積をはかるとともに、調査流域に代表される北海道東部の河川における浮流土砂流送特性をさぐり、防災方法策定のための一助とすることを目的としている。

II. 調査流域

釧路湿原を涵養する釧路川は、その源を屈斜路湖和琴に発し、弟子屈、標茶、峠路、釧路を経て太平洋に流入する北海道第4の一級河川である。その流長は129 km、流域面積は2,510 km²に及び、流域沿いに弟子屈で温泉湧出をみ、また屈斜路湖と摩周湖の間の硫黄山からの流出水によって酸性を呈することが特徴である。

調査流域におけるおおよその河川水質（ここでは浮流土砂濃度）を知るために、つぎのような調査を行った。いま、湿原に流入する周辺河川のなかの1河川につき、上流から下流にかけて水質がどのように変化するかをみることにする。ここで対象とした河川は幌呂川であり、最上流観測地点（新生橋）から下流へ23.4 kmの間で、合計11地点において採水調査を行った。検討項目は、河川の汚濁の1つの目安となる全蒸発残留物とした。Fig. 1には、1981年秋の測定値を示す。かなりの変動があるものの、上流から下流に向かうにともない全蒸発残留物が大きくなる傾向にある。幌呂川流域の農地は牧草が主体であり、草地からの土砂流亡は畑地と比べると少ないと考えられる。そのため浮流土砂の供給源は、保全対策の不十分な排水路や改修施工中の河川自身などで

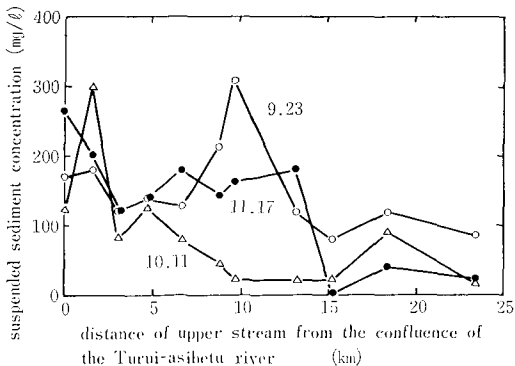


Fig. 1. Suspended sediment concentration in the Hororo river (1981).

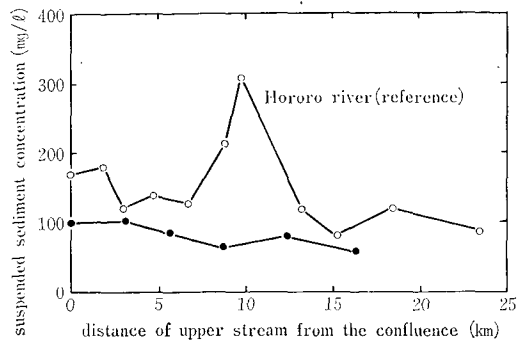


Fig. 2. Suspended sediment concentration in the Turui-asibetu river (1981. 9. 23).

ある場合が多いとみられる。

幌呂川の隣接流域河川である鶴居芦別川での測定例が Fig. 2 である。ここでは、上流と下流で顕著な差がなく、幌呂川におけるより小さくあらわれている。その理由としては、流域が小さいこと、集落排水が少ないこと、農地利用の期間が長く安定した状態となっていることなどが考えられる。

つぎに、湿原へ流入する各河川の周辺流域から湿原への流入地点付近と思われる地点（多くが周辺道路との交差点＝橋）において、それらの全蒸発残留物を測定した。しかし、Table 1 に示すこれらの値は、ある時間断面における水質の一端を示すにすぎず、河川の水質状態を的確にあらわすものとはいえない。たとえば幌呂川および他の湿原周辺河川において、同様の調査を時刻を変えて行くと Fig. 3, Table 2 のような結果を得る。しかるに Fig. 3 では、Fig. 1 とはかなり異なる挙動を示して

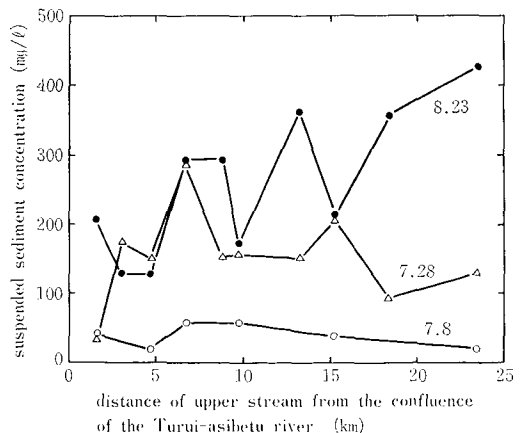


Fig. 3. Suspended sediment concentration in the Hororo river (1983).

Table 1. Suspended sediment concentration in the rivers around the Kusiro damp field (1981. 9. 23)

river	point of water collecting	time	water temperature (°C)	suspended sediment concentration (mg/ℓ)
Onnenai	Onnenai Br.	9:50	2.0	40
Hororo	Seturi Br.	11:40	4.0	202
Turui-asibetu	Asibetu Br.	13:10	5.5	40
Seturi	Otowa Br.	15	5.0	41
Turuwasinai	Turuwatunai Br.	30	3.5	79
Onnenai	Minori Br.	40	3.0	60
Kutyoro	Hikari Br.	45	3.5	20
Kottaro	Kottaro Br.	14:15	2.5	82
Numaoro	Numahoro Br.	30	2.5	20
Oso tubetu	Simo-osobetu Br.	40	4.0	41
Kusiro	Gozyukkoku Br.	55	5.0	63
Sirarutoroetoro	Toumi Br.	15:10	1.5	0
Touro	Touro Br.	25	4.0	61
Takkobu	Takkobu Br.	16:10	1.0	40

Table 2. Suspended sediment concentration in the rivers around the Kusiro damp field

river	point of water collecting	suspended sediment concentration		
		7/28	8/23	9/4
Onnenai	Onnenai Br.	319	146	39
Hororo	Seturi Br.	65	206	—
Turui-asibetu	Asibetu Br.	108	183	110
Seturi	Otowa Br.	189	399	39
Turuwasinai	Turuwatunai Br.	203	375	79
Onnenai	Minori Br.	189	231	111
Kutyoro	Hikari Br.	278	—	38
Kottaro	Kottaro Br.	354	166	63
Numaoro	Numahoro Br.	42	145	59
Oso tubetu	Simo-osobetu Br.	113	364	135
Kusiro	Gozyukkoku Br.	164	377	164
Sirarutoroetoro	Toumi Br.	170	207	84
Touro	Touro Br.	172	253	44
Takkobu	Takkobu Br.	297	352	129

(mg/ℓ, 1983).

いる。すなわち、ここでは下流ほど全蒸発残留物の値が大きくなる、という一般的傾向を認めることはできない。このように、河川の水質は非常に複雑な挙動を示し、時

間的な要素により全く異った結果となることがある。したがって、河川による浮流土砂流送の実態を正しく把握するためには、流域の土地利用や水文条件を知ることは

もとより、現象の時間的連続観測が非常に重要であることが理解できる。

先に報告⁴⁾したように、河川浮流土砂流送挙動の観測には、濁度計が極めて有用である。本報告においても、この経験にもとづいた浮流土砂濃度の連続観測値により釧路川水系河川（久著呂川）の浮流土砂流送挙動を検討した。久著呂川流域は、昭和40年代後半から農用地開発が進展し、主に下流域の河川沿いに畑地が造成されている。また基盤整備事業の一環として排水系統の整備が進められ、河川改修も行われている。本流域は、面積100 km²、流路長40 km、流域周長71 kmである。土地利用状況は、農用地が約14%、林地が80%、その他は市街地・原野等となっている。

III. 調査方法

久著呂川の浮流土砂流送挙動解析のため、降雨量、水位（流量）、濁度（浮流土砂濃度）データを用いた。すなわち Fig. 4 のA点（下久著呂、光橋地点）において河川水位と濁度を、またB点（奥久著呂）において時間雨量を連続観測している。これらのデータにより、浮流土砂流送挙動を水文要素との関連のなかで検討した。

濁度計は、1983年7~11月、1984年5~11月、1985年3~9月にわたって設置され、この間の浮流土砂濃度を連続的に記録した。使用した濁度計は散乱光式連続記録濁度計（北斗理研、MA 902型）である。河川への感部設置方法は、前報⁴⁾の場合と同様とした。また、濁度計指示値により浮流土砂濃度を推定するに先だちキャリブレーションを行った。ここで、濁度計指示値に対応する値は、そのときの河川水的全蒸発残留物であって、そのまま浮流土砂とはならない。本報告での主たる検討は、出水時の浮流土砂流出挙動であることから、全蒸発残留物質濃度をもって浮流土砂濃度におきかえても大きな誤差は伴わない⁴⁾とした。しかし、渇水期間には溶解性化学物質からなる成分割合が無視し得ないものとなり、長期の挙動をみる場合には注意しなければならない。

IV. 降雨～出水に伴う浮流土砂流送特性

1. 浮流土砂濃度

降雨時における流量・浮流土砂量の変化挙動の1例を Fig. 5 に示す。既に多くの報告があるように、流量（ Q ）の増加とともに浮流土砂濃度（ C ）も上昇し、それらのピークはほぼ同時刻に現れている。

また減水過程では、 C は Q の変化と類似した穏やかな低減曲線を示す。この水・土流出状況を既に報告³⁾して

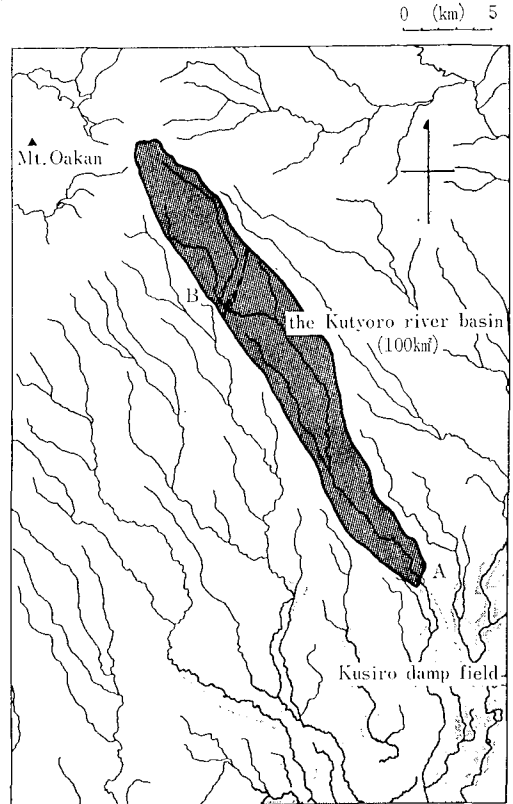


Fig. 4. Experimental basin and measuring points.

A ; suspended sediment concentration, and discharge.
B ; rainfall.

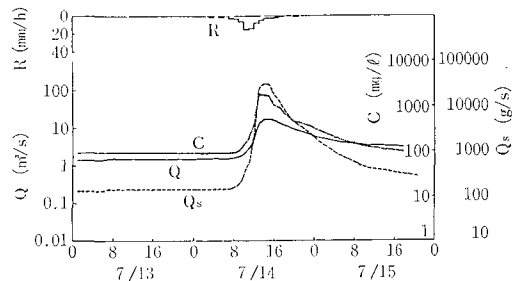


Fig. 5. Change of discharge (Q), suspended sediment concentration (C), and load (Q_s).

いる小流域（面積約2 km²）の場合と対比させて模式的に示すと、Fig. 6 のようになる。図に示されるような状況の違いは、両対象流域の規模・形状・土地利用・地質等の違いに起因するものと考えられるが、とくに規模と

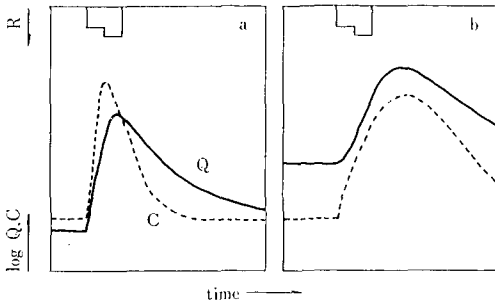


Fig. 6. Model of change of Q and C with basins.

(a: small and round shape, b; large and strip shape).

形状が主たるものであろう。すなわち本調査流域の場合は面積が約 100 km² と 50 倍であり、また本河川に沿った帯状の形状 (形状係数 0.06) を呈することから、相対的になだらかな変化挙動を示すのである。このように、降雨流出時の浮流土砂流送状況は、対象とする流域の地形的条件が水文・土地利用条件などとともに重要な因子の 1 つになっている。

C と Q の関係は、一般に Fig. 7 のような時計回りのループを描き、久著呂川の場合にもほとんどがこのパターンを示した。すなわちこのループ特性は、同一流量でも増水時に比べ減水時の浮流土砂濃度の方が小さく現われる。これは、流量のピーク時までに河川に滞留していた浮流土砂の大半が流されることと、減水時には逆に

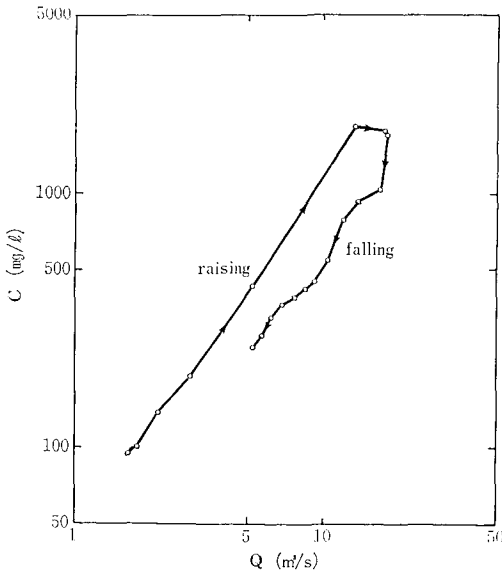


Fig. 7. The relationship between C and Q .

Table 3. n values of $C=aQ^n$ at the Kutyoro river

year	rising stage	falling stage	total	number of data
1983	1.21	1.30	1.03	6
1984	1.26	1.35	1.00	9
1985	1.02	0.96	0.90	7
average	1.16	1.20	0.99	25

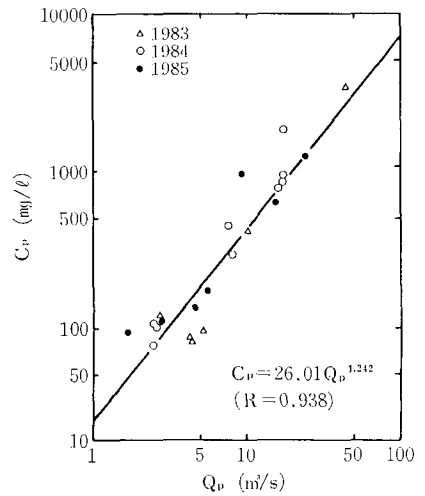


Fig. 8. The relationship between C_p and Q_p .

C_p : peak suspended sediment concentration.
 Q_p : peak discharge.

土砂の再沈殿が生じることが原因であると考えられている。

従来より、 C と Q の関係は $C=aQ^n$ なる経験式で表され、 a, n は流域の状態や水文条件によって左右される定数である。観測期間における久著呂川の n 値を Table 3 に示す。 n 値は、増水時と減水時によって、また年によって異なっているが、1.0~1.5 の範囲にある。

各出水時におけるピーク流量 (Q_p) とピーク浮流土砂濃度 (C_p) の値をプロットすると Fig. 8 のようになり、両者には極めて有意な相関性のあることがわかる。また、流出の直接流出成分のピーク値 (Q_{dp}) と、Fig. 9 のような強い相関性を示す。

2. 浮流土砂量

ある時間に河川断面を通過する浮流土砂量は、その時の浮流土砂濃度に流量を乗じて得られる。出水時の浮流土砂量 (Q_s) の時間的推移は、Fig. 5 に例示したとき

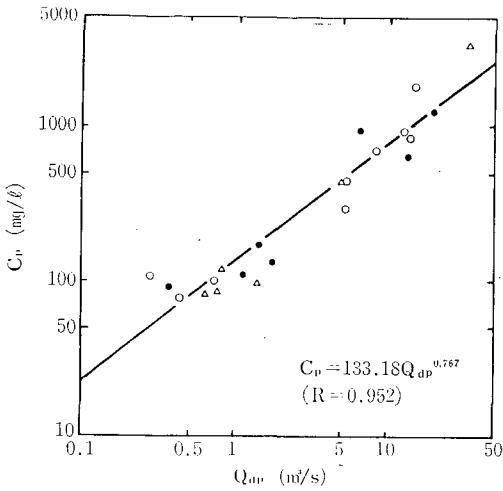


Fig. 9. The relationship between C_p and Q_{dp} .
 Q_{dp} : peak direct discharge.

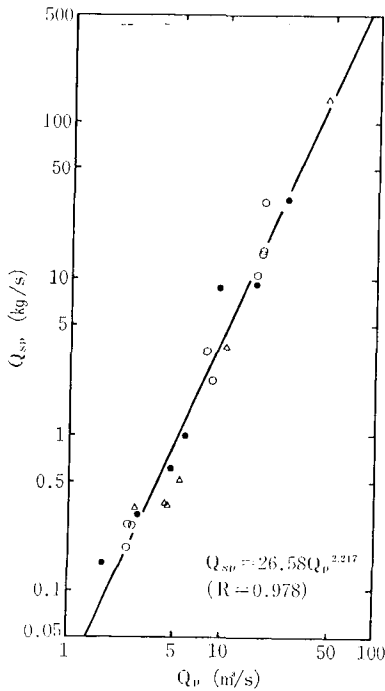


Fig. 10. The relationship between Q_{sp} and Q_p .
 Q_{sp} : peak suspended sediment load.

ものである。前述のように、浮流土砂濃度は流量と密接な関係にあることから、当然浮流土砂量も流量との相関性が高い。たとえば、出水にもなって変化する浮流土砂量のピーク値 (Q_{sp}) と、その出水のピーク流量 (Q_p) との関係を図 10 に、またピーク直接流量 (Q_{dp}) と

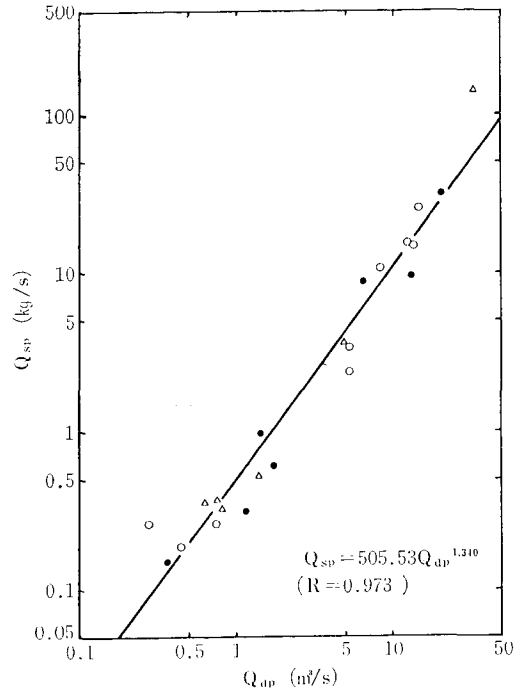


Fig. 11. The relationship between Q_{sp} and Q_{dp} .

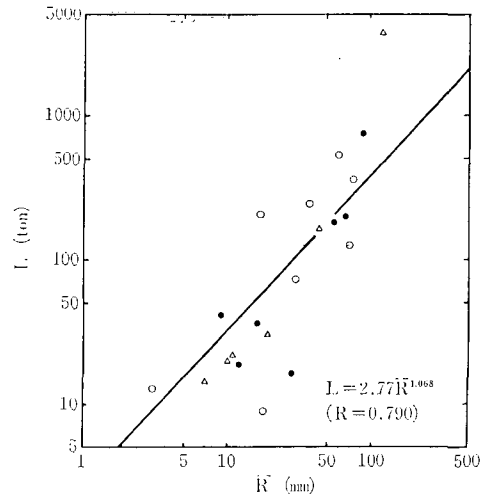


Fig. 12. The relationship between L and \bar{R} .
 \bar{R} : rainfall amount.

の関係を図 11 に示す。これらはいずれも高い相関関係にあることが明らかである。

つぎに、1回の降雨～出水における浮流土砂流送量 (L) についてみていくことにする。この量は、浮流土砂濃度が上昇しはじめてから、直接流出が終了するまでの

時間内で得られる流送量と規定する。観測期間中には様々な流出状況があり、浮流土砂の流送量もそれに対応して変動する。ここでは、浮流土砂流送量 (L) と種々の水文因子について、その相関性を検討した。とりあげた水文因子は降雨と流量に関するものであり、それらの相関図を Figs. 12~16 に示す。

以上にみられるように、1回の降雨~流出による浮流土砂流送量 (L) は、その時の水文因子との相関性が極めて高い。したがって、土地利用状況が変化しない同一流域にあっては、水文観測の結果から浮流土砂流送量を推定することが可能になるであろう。

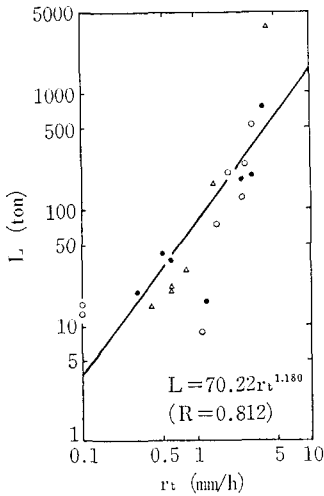


Fig. 13. The relationship between L and r_t .
 r_t : rainfall intensity.

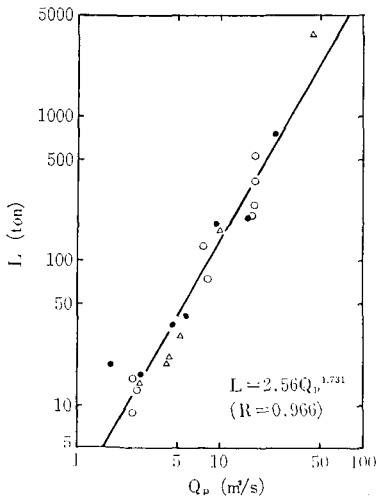


Fig. 14. The relationship between L and Q_p .

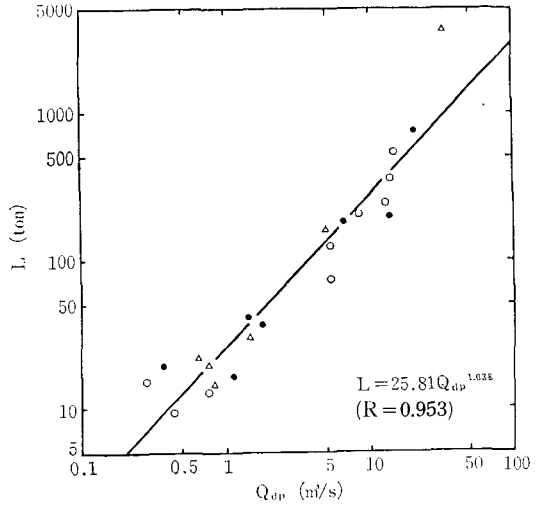


Fig. 15. The relationship between L and Q_{dp} .

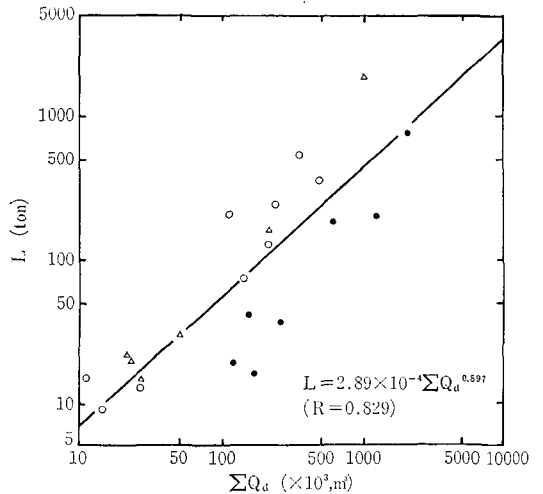


Fig. 16. The relationship between L and ΣQ_d .
 L : total suspended sediment load.
 ΣQ_d : total direct discharge.

V. 長期的な浮流土砂流送挙動

1983, 1984, 1985年の比較的長期にわたる日降雨量 (R_{day})・日流量 (Q_{day})・日平均浮流土砂濃度 (\bar{C}) の推移を、Figs. 17~19 に示す。これらの諸量は、年によって異なることは当然であり、たとえば、1983年では変動が大きくあらわれている。

さて Figs. 17~19 に示されるデータのうち、Fig. 18 (1984年) の場合には、日流量 (Q_{day}) が同程度となる出水が連続的に発生している。そこで、各出水時における

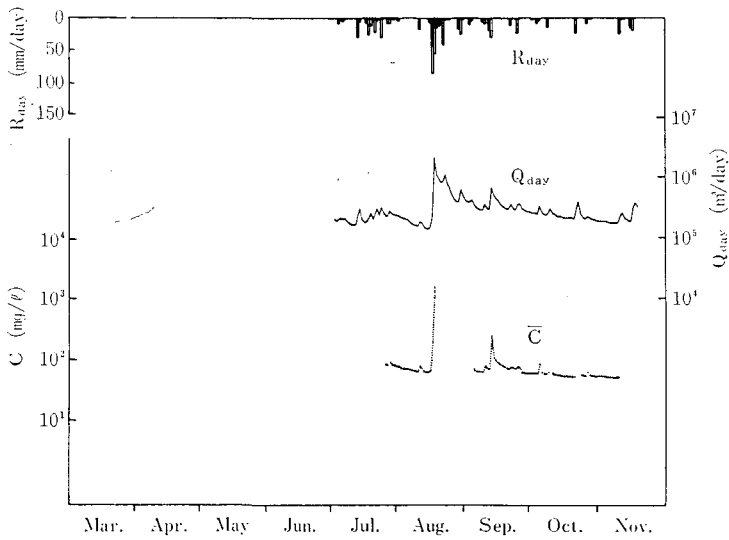


Fig. 17. The behaviors of diurnal discharge (Q_{day}) and mean daily suspended sediment concentration (\bar{C}) (the Kutyoro river, 1983).

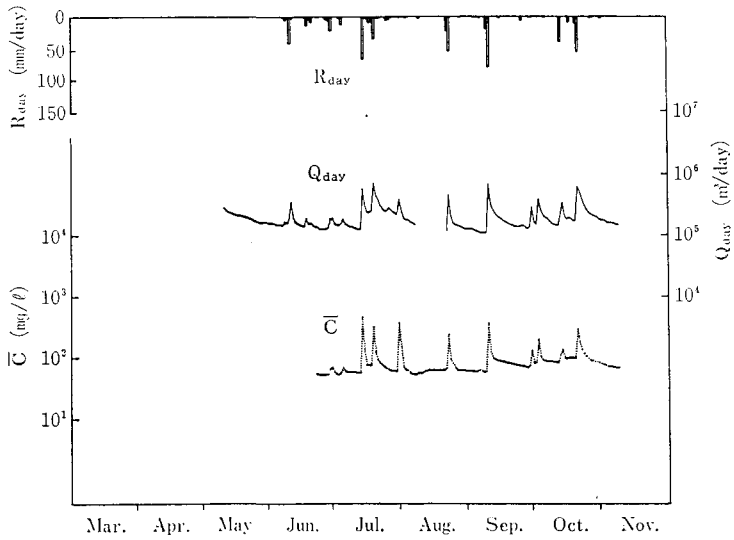


Fig. 18. The behaviors of Q_{day} and \bar{C} (the Kutyoro river, 1984).

浮流土砂流送挙動についてみることに、流域としての浮流土砂生産の季節変化特性を検討することを試みた。すなわち、これまでは流域からの浮流土砂生産現象を主に水文諸条件から検討することが多く、季節変化に関しても土砂生産の原動力となる降雨の季節変化から説明されてきた。本現象には、降雨の受け手である土地条件も大きなかわりをもつであろうことは論をまたない。しかし、土砂生産基盤としての土地条件の季節変化

については、不明な点が多かった。

前述したように、流量 (Q) と浮流土砂濃度 (C) の間には、 $C = a Q^n$ なる経験式が成り立つ。そこで1984年の各出水時において n 値を求め、これを時間軸に対応してプロットすると Fig. 20 のごとくなる。データにバラキはあるものの、6月から10月にかけて n 値は減少傾向にあることが認められる。

n 値に対応する影響としては、①流域の土質や土地利用

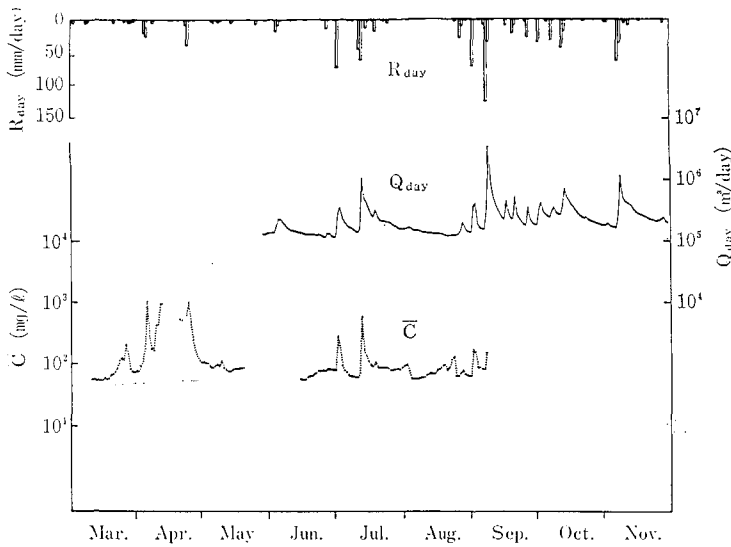


Fig. 19. The behaviors of Q_{day} and \bar{C} (the Kutyoro river, 1985).

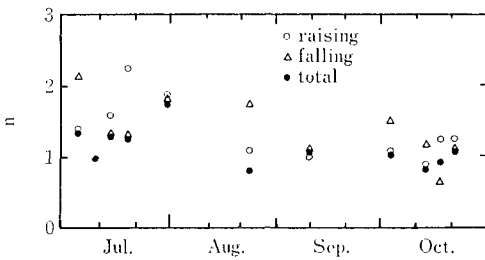


Fig. 20. Seasonal change of n value (1984).

用, ② 河川の形状等水理条件, ③ 時刻や季節, などがあげられ, これに関する報告も多い^{5),6)}。ここでは, 同一流域かつ短期間であることから, ①, ②の影響は少ないと考えられる。そして, 流域土地基盤の季節変化, すなわち現土地利用形態下での状態変化を反映していると想定した。また, この期間(6~10月)において山林地植生に大きな変化があるとは考えられないことから, 流域面積の14%を占める農地(とくに圃場)状態の変化が原因とみて, 本流域の農作物生育・営農状況に関する検討を行った。

Table 4 は, 調査流域における農作物の生育ステージをみた⁷⁾ものであり, 牧草が大部分で秋まき小麦がわずかに栽培されている。また, 現地でのききとりからも栽培作物のほとんどは牧草で, しかも毎年ほぼ一定面積が更新されていることが明かとなった。これによると, 更新牧草地の耕起・播種は6~7月に行われて9月末に採草され, 秋まき小麦は9月に播種されて8月に収穫さ

れる。いま, 北海道内(富良野)の農作物について, その地表被覆率の時期(季節)的变化を調査した例⁸⁾によれば, 赤クローバを主体とした混播緑肥と秋まき小麦の被覆率は7~10月にかけてほぼ直線的に増大している。また, 本流域の形状は細長く, 圃場は必然的に河川近傍に分布することとなり, 圃場で発生した流亡土砂は速かに河川へ流入する。このようなことも, 圃場条件の季節変化が河川の浮流土砂流送挙動に敏感に反応し, n 値に反映しているものと考えられる。

長期的にみて注目すべきもう1つの点は, 融雪・融凍時の浮流土砂流送挙動である。この時期の浮流土砂濃度が実測できた Fig. 19 のデータによれば, 他の時期に比べて高濃度で推移している(3月下旬~4月中旬)。これに対応する流量データが得られなかったものの, 一般に融雪期は河川流量が大きいことから, 浮流土砂濃度と流量の積で表現される流送土砂量は非常に大きなものになると推定される。

北海道北部の事例として, 融雪期間に流送される浮流土砂量が年間の流送土砂量の大半を占めることは先に報告³⁾した。本流域とは積雪量や融雪条件が異なるので一概にはいえないが, 融雪期が凍結した地盤の融解期にあたることや, 1986年4月10日における調査結果⁹⁾などからも, この期間の流送挙動を把握することは極めて重要なことと考えられる。

Table 4. Growing stage of crops in the Kutuyoro river basin

crops	planting area (ha)	growing stage												planting regions	
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.		
wheat spring sown	6					○—○	—△—△	●—●							Sibetya, Tesikaga
autumn sown	97						△—△	●—●	○—○						Sibetya, Tesikaga
grass orchard, timothy	2,480					○—○	○—○	●—●	●—●	●—●	●—●				Akkesi, Hamanaka, Sibetya, Turui, Siranuka
red clover, timothy, orchard	76,700					○—○	○—○	●—●	●—●	●—●	●—●				Akkesi, Hamanaka, Sibetya, Tesikaga, Turui

annotation: ○—○ sowing period, △—△ flowering period, ●—● harvesting period, ---- growing period

VI. ま と め

北海道東部の農林地流域河川（久著呂川）における浮流土砂濃度を濁度計により連続測定し、浮流土砂の流送挙動を検討した。

降雨時の流出において、河川水の浮流土砂濃度 (C) は流量 (Q) の増加とともに上昇し、それらのピークはほぼ同時刻に現れるが、両者の間には高い相関関係があり、一般に $C = aQ^n$ で表される。久著呂川での n 値は、増水時と減水時、また季節や年によって異なっている。1984 年夏から秋にかけてのデータによれば、n 値が一定の変化傾向を示し、圃場状態の季節変化、すなわち作物生育による地表被覆率変化に起因すると思われる影響がみられる。

流量と浮流土砂濃度の積で表される浮流土砂量も、流量と密接な関係を示す。とくにピーク浮流土砂量は、ピーク流量、ピーク直接流量と高い相関関係にある。また 1 回の出水で流送される浮流土砂流送量は、降雨量はもちろんのこと、平均降雨強度、ピーク流量、ピーク直接流量、出水時全直接流量と高い相関性を示した。

以上のように、降雨時の浮流土砂流送挙動は、降雨量や流量に関する水文因子との相関性が極めて高いため、土地利用状況が変化しない同一流域にあっては、水文観測によって浮流土砂流送挙動を推定することが可能である。

融雪期の河川は、相対的に大きな流量と高い浮流土砂濃度が長期間継続する。このため、流送される浮流土砂

量は大きな値になると予想され、この期間の流送挙動を知ることは極めて重要である。

VII. あと が き

本調査流域に限らず、河川浮流土砂流送挙動として共通的な特性は、浮流土砂流送量のほとんど全てが降雨時と融雪時に現れる点である。そして、主たる浮流土砂発生源は流域内の開発地域とみられる。しかし、浮流土砂の発生源を圃場面だけに限定するのではなく、広く「流域開発」という観点から考えるべきであろう。すなわち、道路網の整備、河道の改修（直線化や遊水地の耕地化）、農地排水、家庭・畜舎排水等は、流域河川の水質に重要な影響を及ぼすからである。本研究手法では、これらを一括して取り扱っているため一定の限界はあるが、今後データの集積によりさらに精度の高い検討を行うことが可能となるであろう。

本研究を進めるに当たり、調査の実施に際して御便宜と御協力をいただいた関係諸機関の各位に厚く御礼申し上げる。また現地調査に多くの協力を得た土地改良学教室学生諸君に深く感謝する。

また、調査の当初より種々御教示いただいた北海道大学植物園長辻井達一博士に対し、深甚の謝意を表す。

引用 文 献

1. 日本河川協会編：日本河川水質年鑑，山海堂：921-936, 1979

2. 石黒宗秀・小林慎太郎・三野 徹・丸山利輔：畑地造成に伴う水質の変化，農土論集，102：36-43，1982
3. 長沢徹明：草地開発小流域における浮流土砂流送挙動，農土論集，125：89-94，1986
4. 長沢徹明・片岡隆四・梅田安治・桜田純司：濁度計による河川浮流土砂量の推定，農土論集，125：81-87，1986
5. たとえば堂腰 純：河川の流送浮泥について，農土研，21(1)：21-30，1953
6. WALLING, D. E.: Limitations of the Rating Curve Technique for Estimating Suspended Sediment Loads with Particular Reference to British Rivers, Erosion and Solid Matter Transport in Inland Water Symposium: 34-48, 1977
7. 農林水産省統計情報部：農作物作型別生育ステージ総覧（水陸稲，麦類，いも類，豆類，雑穀，飼料作物），(財)農林統計協会：36-43，1982
8. 北海道農地開発部：北海道の畑地改良一道営畑総の現状と展望一，(株)農業土木新聞社：108-109，1984
9. 長沢徹明・梅田安治・水谷 環：積雪寒冷地域の傾斜農地における融凍期の侵食問題，北大農学部邦文紀要，15(3)：282-292，1987

Summary

Suspended sediment concentration was recorded continuously by a turbidity meter, to investigate the behavior of suspended sediment loads in an agro-forestry (the Kuturo-*river*) basin, in east Hokkaido. Suspended sediment concentration (C) of the river changes with the discharge (Q), and the peaks appear together, and C and Q are

closely related. The relationship can be expressed by $C=aQ^n$ (a, n are const.). The n value of the Kuturo-*river* changes with rises and falls in the discharge, seasons, and year. The n value followed one tendency from summer to autumn in 1984, maybe due to seasonal changes in arable land conditions, possibly the changes in the rate of covering of the surface with the crop growth.

The suspended sediment load which is expressed by the product of concentration by the discharge is closely related to the runoff, and peak suspended sediment load is closely correlated to the peak discharge and the peak direct discharge. Total load in a rainfall~ runoff sequence is closely related to the amount of rainfall and the average rainfall intensity, runoff percentage, peak discharge, peak direct discharge, and total direct discharge.

The behavior of suspended sediment loads is closely related to hydrologic factors, rainfall and discharge, and it is possible that the behavior of suspended sediment can be estimated by observation of hydrologic factors, when land use remains unchanged in the same basin.

For the snowmelt period, suspended sediment concentration and discharge are relatively large and this condition continues for long periods. The total suspended sediment load for the snowmelt period must be large, and a full understanding of the behavior at this period is very important.