

国際航業株式会社 ○西村 公志 島田 徹

建設省土木研究所 石川 芳治 石塚 忠範 山田 孝

1. はじめに

タイ国メタン川流域の北東部地域では、焼畑耕作などにより熱帯林が消失し、土地利用状況も森林系から草地へと変化している。これらの地域では、土地利用の改変にともなって浮遊砂が流出し、下流地域の河川の水質を悪化させたり、河道内にある灌漑用の堰を堆砂させるなどの問題が生じている。これら水文・土砂流出特性を支配する要因に、熱帯特有の気象条件が影響していることが推測できる。そこで著者は、タイ国チェンマイ県北部のメタン川流域において、RID、RFD、DEDP、EGATなどの機関がこれまで観測、収集してきた降雨、流量、浮遊砂量データを用いて解析し、熱帯林の消失が流域の降雨流出や土砂流出特性に及ぼす影響について考察を行った。

2. 調査地及び観測の概要

図-1に示すタイ国チェンマイ県北部の国境付近、北緯20度付近に位置するメタン川流域は、周囲を標高1000～2000mの急峻な山地に囲まれた山岳地域で、その流域面積は1900 km²を有する。対象流域は、タイ北部でも最も降雨量の多い地域であり、年間雨量は1000mm～2000mmに及ぶ。一般に雨季は、5月中旬から10月中旬であり、南西のインド洋からの湿った暖かいモンスーンが降雨をもたらす。また、7月から8月にかけては、熱帯性低気圧による強雨が生じ、これは数日間にわたって降雨が継続するため、しばしば大洪水を発生させる要因となる¹⁾。流域内には、メタン川流域の水文特性を把握するため、前述したタイ国水文関係機関により1～14の水文観測所が設置されており、ここでは主に雨量、流量、浮遊砂量の観測が行われている。

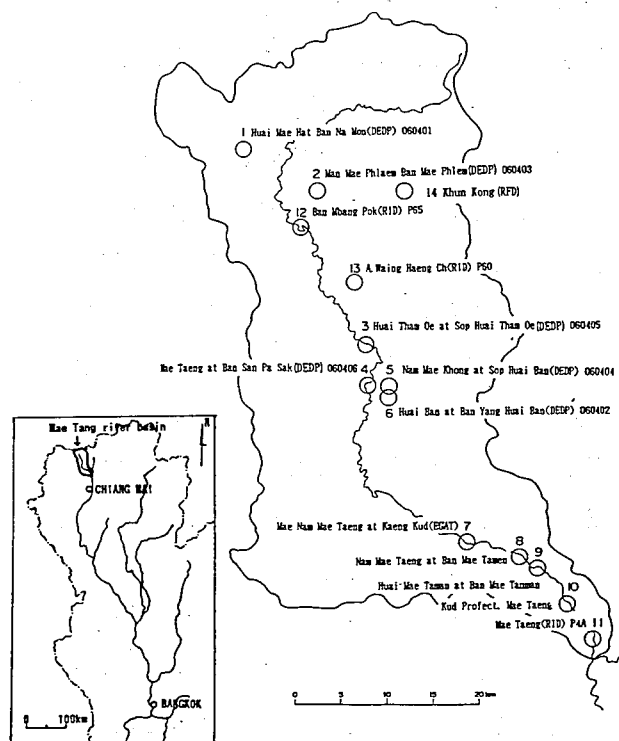


図-1 調査位置図

3. 解析結果と考察

3.1 降雨特性

メタン川流域の多くの観測所において雨量データが得られている1992年の日雨量の推移を図-2に示す。雨季の降雨波形をみると、各観測所の降雨波形には、相似性が見られない。たとえば9月1日の日雨量に着目すると、14地点において100mmを記録しているにもかかわらず、1や13地点においては降雨は観測されていない。一方、乾季では、11月や12月、3月などにも1から2日程程度の降雨日が観測されており、これらの降雨の発生時期はほぼ一致していることが分かる。すなわち、乾季には観測所の位置的間隔よりも大きな空間スケールを有する降雨が卓越し、雨季ではこの間隔よりも小さな空間スケールを有

する降雨が卓越していると推測できる。

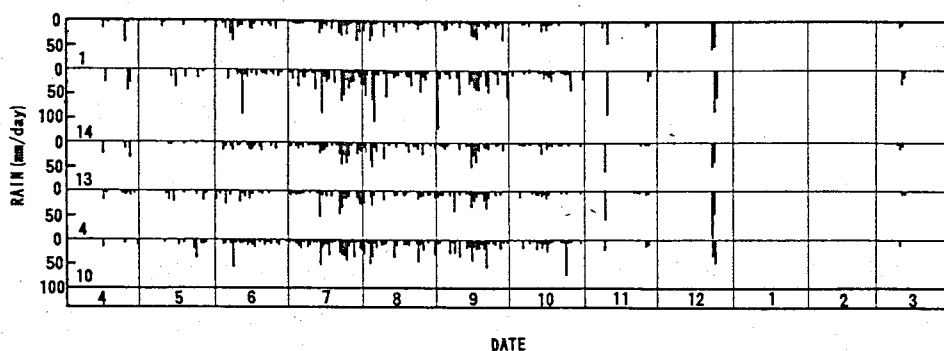


図-2 メタン川流域の各雨量観測所における日雨量の推移

3.2 降雨流出特性

1980年から1993年までの流量観測点7における各年の流出率を整理した結果を表-1に示す。雨量は、観測点10において観測されたデータを用いる。この表より、流出率は概ね20%程度であることが分かる。また、雨量と流出率の関係を見ると、両者に明瞭な関係は見いだされない。この原因としては、降雨の範囲が狭く、観測される雨量が流域全体の雨量を代表していないことが考えられる²⁾。次に、降雨に対する流出形態を長期流出と短期流出について区分し、それぞれの流出特性について考察を行った。流域中

表-1 流量観測点7における各年の流出率

年	雨量	流出高	流出率
1980	1580.0	314.8	0.199
1981	1916.4	426.8	0.223
1982	1430.4	333.3	0.233
1983	1750.5	380.9	0.218
1984	1663.5	336.0	0.202
1985	1914.9	417.6	0.218
1986	1423.1	364.8	0.256
1987	1521.5	391.9	0.258
1988	1881.8	350.5	0.186
1989	1500.4	340.1	0.227
1990	1134.7	249.3	0.220
1991	1228.8	249.5	0.203
1992	1504.4	262.9	0.175
1993	1198.6	219.6	0.183
平均	546.4	331.3	0.214

7において観測された1992年の4月1日から1993年の3月27日の日雨量および流量の変動を図-3、4に示す。日雨量は、雨量観測点13地点で観測されたデータを用いている。両地点のハイドログラフを比較すると、流量波形はよく似ており、ほぼ同時期の降雨に対し洪水のピークが出現していることが分かる。これらの多くは、強雨によって発生している。また、雨季の前半には、降雨量が多い場合でも流出量が相対的に小さくなるケースが見られる。この原因としては、地表からの蒸発散による雨量の損失が影響しているものとする。一方、短期流出では一連の降雨に対する詳細な洪水流出特性を把握するために、時間雨量および流量データを用いた解析を行った。観測点12と7地点における1992年8月の時間流量および時間雨量の変動を図-5に示す。この図

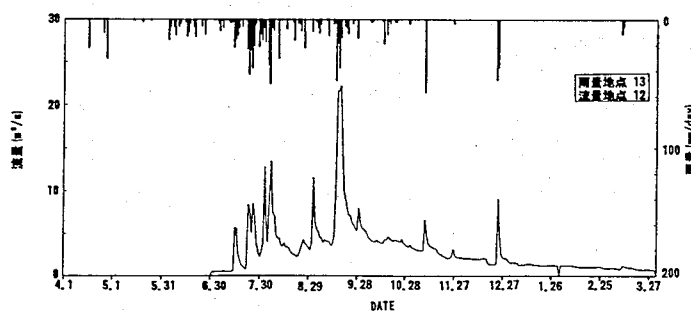


図-3 観測点12におけるハイドログラフおよびハイトグラフ

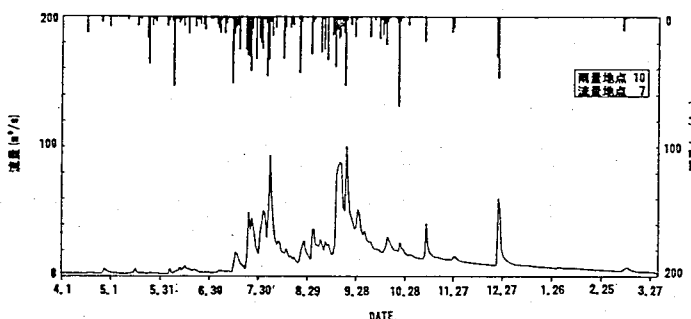


図-4 観測点7におけるハイドログラフおよびハイトグラフ

より、上流に位置する観測点12では、降雨のピークに約6時間程度遅れて洪水のピークが出現している。また、下流端に位置する観測点7では、さらに6時間遅れて洪水のピークが出現していることが分かる。

つまり、降雨ピークと観測点7における洪水ピークの発生時刻とは、約半日のタイムラグが生じていることになる。また、洪水の立ち上がりおよび減水の割合は、下流側に位置する観測点7の方が緩やかな傾向を示している。

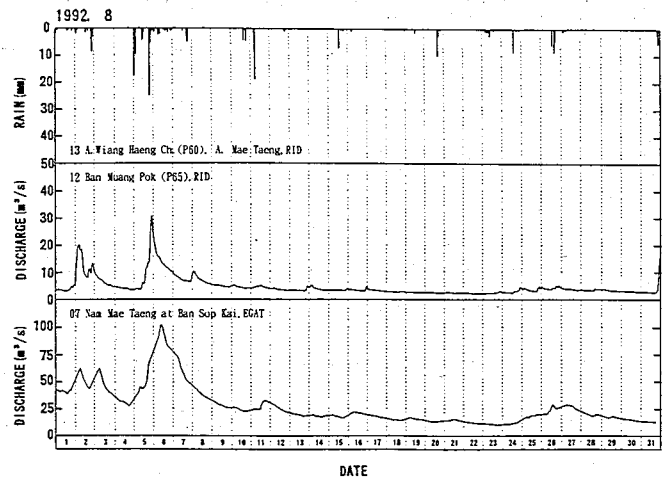


図-5 1992年8月の観測点7, 12におけるハイドログラフおよびハイトグラフ

3.3 浮遊砂の流出特性

メタン川流域内で浮遊砂の観測が行われているのは図-1に示した本川下流端に位置する観測点7と支川に位置する1～6の観測点である。本研究では、主に流域の最上流部に位置する観測点1、中流部に位置する観測点4および下流端に位置する観測点7において、これまでに観測された浮遊砂のデータを解析し、流量と浮遊砂濃度の関係について考察を行う。観測点1では1980年から1992年までに462回の浮遊砂の採取が行われており、同時に流量の観測が実施されている。浮遊砂の採取時期を雨季と乾季に区分し流量と浮遊砂濃度の関係をプロットしたのが図-6である。タイ国の雨季は、一般に5月中旬から10月中旬であるが、ここでは便宜上データを雨季と乾季に区分するため、5月1日から10月31日を雨季(○)に、11月1日から4月30日を乾季(×)に区分し、整理した。図-6を見ると、流量と浮遊砂濃度の相関関係は極めて低い。たとえば、 $9.5\text{m}^3/\text{s}$ の流量が観測されていても浮遊砂濃度は34ppmの値を示すにとどまり、これとは逆に $0.62\text{m}^3/\text{s}$ の流量時に浮遊砂濃度が3915ppmを示したりすることがある。また、雨季と乾季ではやや雨季の方が浮遊砂濃度が高くなる傾向を示している。

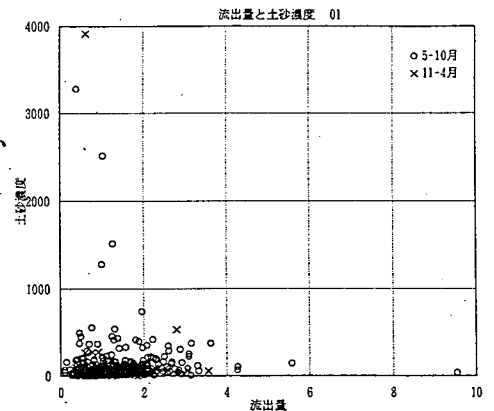


図-6 観測点1における流量と浮遊砂濃度の関係

流域中流部に位置する観測点4では、1985年から1992年までに148回の浮遊砂の採取が行われている。観測点4における流量と浮遊砂濃度の関係を図-7に示す。図-7を見ると、○と×の分離が

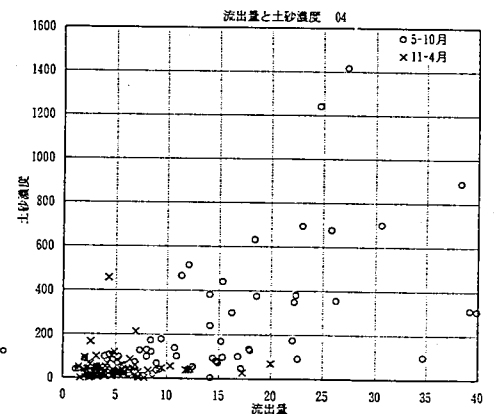


図-7 観測点4における流量と浮遊砂濃度の関係

明瞭になり、雨季では流量と浮遊砂濃度の関係は正の相関を示しているが、乾季になると両者の関係は不明瞭になっていることが分かる。流域下流端に位置する観測点7では1991年から1993年までに115回の浮遊砂の採取が行われている。これらの採取時の流量と浮遊砂濃度の関係をプロットしたのが図-8である。図-8を見ると、相対的に流量と浮遊砂濃度には正の相関が見られる。また、○と×の分離はさらに明瞭となる。つぎに、浮遊砂濃度の時間的な変化について考察を行う。1985年1月13日～1992年12月

7日の観測点1での観測結果を図-9に示す。85、86年の推移を見ると、雨季の始めに浮遊砂濃度の高い流出が出現していることが確認できる。87年以降、この時期は不規則になり、91、92年では、雨季の終りに浮遊砂濃度の高い流出が出現している。1985年1月17日～1992年12月5日の観測点4での浮遊砂濃度の推移を図-10に示す。この図より浮遊砂濃度は流量の増減にともなってほぼ規則的に変化しており、雨季の始めに発生する洪水は高濃度の土砂が含まれていることが分かる。また、乾季では浮遊砂濃度の値があまり変化していないことも特徴である。観測点7における1991年4月7日～1993年3月31日の浮遊砂濃度の推移を示したのが図-11である。雨季には流量の増減に反応して浮遊砂濃度も変化している。また、乾季になると、流量が雨季の約1/4と少なくなるため浮遊砂濃度は緩やかに減少していることが分かる。

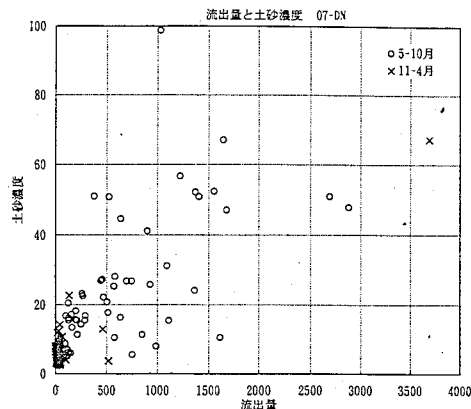


図-8 観測点7における流量と浮遊砂濃度の関係

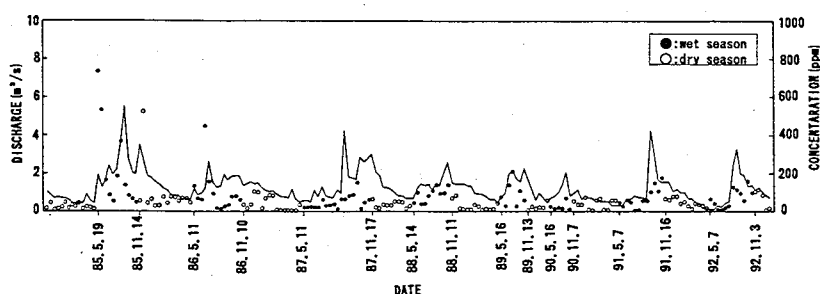


図-9 観測点1における流量と浮遊砂濃度の推移

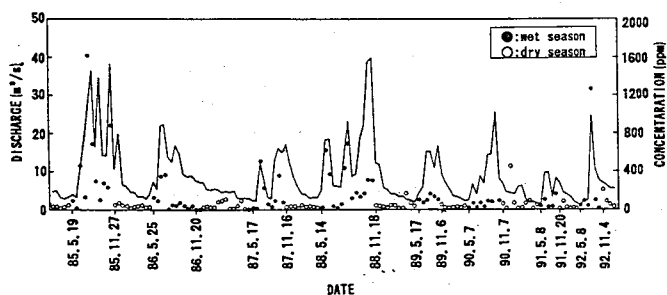


図-10 観測点4における流量と浮遊砂濃度の推移

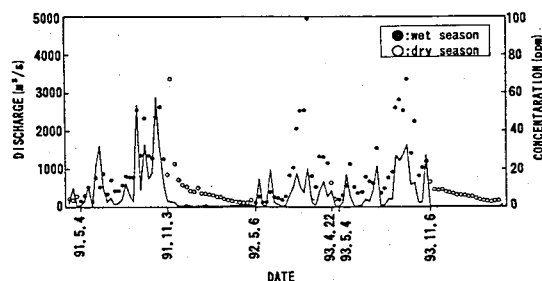


図-11 観測点7における流量と浮遊砂濃度の推移

4. おわりに

森林斜面から流出してくる土砂の量を支配する要因として、降雨強度や土地利用の変遷による流出特性の変化などが上げられる。本研究では平成6年度より、流域内の2箇所に土砂トラップを設置し森林斜面から流出する土砂量の観測を実施している。今後、データの蓄積に加えて、既往の雨量、流量や浮遊砂量データを再整理し、メタン川流域における洪水、土砂流出特性について解析を進めていく予定である。

なお、本研究はタイ国王立灌漑局 (Royal Irrigation Department) との協力のもとに調査・観測が実施されている。現地調査を実施するにあたり、THADA 氏をはじめとするRIDの関係各位には多大な御協力と貴重な御助言をいただいた。また、タイ国水文関係機関での水文資料の収集や観測機器の搬入に御尽力を下さったNRCT (National Research Council of Thailand) の Prapasri氏には深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 益倉ほか：タイの降雨特性、土木技術資料 34-3 (1992)、2) 島田ほか：タイ国メタン川流域における土砂流出特性、平成6年度砂防学会研究発表会概要集