

H12. 9東海豪雨による流木の調査

INVESTIGATION OF THE DRIFTWOOD BY THE FLOOD IN SEPTEMBER, 2000

森田 実¹・田中茂信²・高橋洋一³

Minoru MORITA, Shigenobu TANAKA and Yoichi TAKAHASHI

¹文修 特定非営利活動法人穂の国森づくりの会 (〒440-0888 愛知県豊橋市駅前大通2-46)²正会員 工修 国土交通省中部地方整備局 豊橋工事事務所長
(〒441-8149 愛知県豊橋市中野町平西1-6)³国土交通省中部地方整備局 設楽ダム調査事務所長
(〒441-1341 愛知県新城市杉山字大東57)

On September 11th and 12th, 2000, a heavy rain attacked the Tokai district. The upstream of the Yahagi River basin was also suffered from huge damage. The flood due to the rain accompanied large amount of driftwood which covered the Yahagi Dam reservoir. This report is on the investigation of driftwood picked up from the reservoir. Characteristics of the driftwood such as kind of tree, shape, age and so on are investigated and compared to those of an artificial forest in the Yahagi Dam basin. Japanese cedar is dominant in the driftwood, while Japanese cypress is in dominant in the forest. The age of the driftwood is relatively younger than the forest one. The sources of the driftwood are classified into live trees and cut ones by thinning. It is shown that the latter, which have been considered major source of the driftwood, is just about 20 %. It is concluded that effective countermeasure should be conducted in order to prevent live trees from drifting.

Key Words : Driftwood, Heavy rain, Artificial forest, Japanese cedar

1. 調査の目的

平成12年9月11日から翌日12日にかけて、本州上の秋雨前線と台風14号の影響により矢作川上流域(愛知県北設楽郡, 東加茂郡, 岐阜県恵那郡, 長野県下伊那郡)の山間部の広い範囲で豪雨となった(図-1)。矢作川上流域の地質の大半は、領家帯の深層風化の進んだ花崗岩類で、斜面崩壊等による土砂災害が多発し、道路の寸断、橋梁や家屋の流失・破損等甚大な被害となった。

中でも立木が根こそぎ流出する等、長さ5m前後の流木が大量に発生した。このような流木は、橋梁に掛かり水流を阻害し、橋梁の流失に少なからず影響を与えたことは、上矢作町だけで9箇所(橋梁)が流出したことからも推測できる。また、流木は出水後も河川や農地、集落に大量に残り、その処理が問題となった。特に矢作川上流域最大の矢作ダムは、大量の流木がダムの貯水池に流入し、引上げに多くの時間と費用を要した。

流木は、ダムや関連の構造物に被害をもたらし、ダム管理上好ましくない。また、流木による被害は、上流の森林地域だけの問題ではない。上流に大規模なダムがない河川では、流木は中下流域の河川構造物に被害を及ぼ

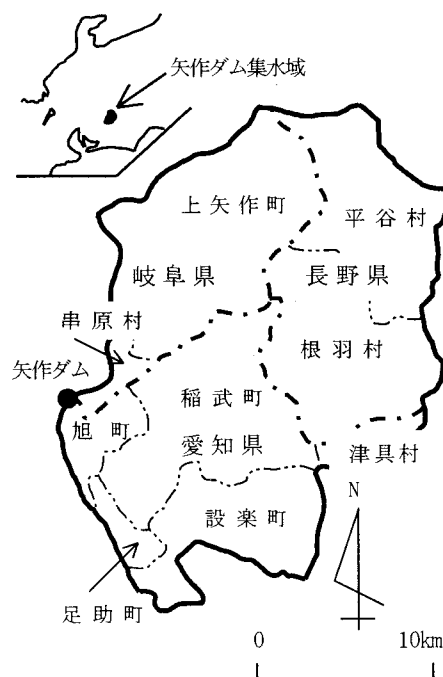


図-1 矢作ダム集水域の位置等

すだけでなく、海まで達し河口付近の港湾や漁業にも甚大な被害をもたらす。また、河川や沿岸に残された大量の流木は分解の際、酸素を消費し水質に影響をあたえる。

このように流木による被害は、流域全体に関わる問題であり、対策は十分に行われなければならない。しかし、流木の特徴等に関する詳しい報告は少なく、平成12年9月11日から12日にかけての豪雨災害においても、流木による港湾被害¹⁾や矢作ダム湖に流入した流木の量に関する報告²⁾がされているのみである。

流木の特徴を調査し、森林のどのような場所から流木が発生するかということをはっきりとすることは、今後の災害防止目的の森林整備を進めていくうえで欠かすことができない。そこで、矢作ダム貯水池に流入した流木をサンプルにその形状、樹齢等について調査し、流木の特徴を明らかにし、流木の発生源の推定を試みた。

2. 降雨の状況

平成12年9月11日の未明から降りはじめた雨は、22時ごろより激しさを増し、激しい雨は翌12日の早朝まで降り続けた。降雨のピークは、11日23時から12日0時にかけてと、12日3～6時までの2回みられる。もっとも時間雨量が多いのは、上矢作町の槍ヶ入観測所の80mm（12日0時）で、次いで稲武町黒田ダムの74mm（12日3時）である（図-2）。

9月10日の午後8時から12日の21時までの総雨量の分布をみると（図-3）、上村川の支流、飯田洞川流域を中心でもっとも多く、槍ヶ入観測所では総雨量595mmに達している。稲武町付近も多く、黒田ダムでは506mmを記録している。総雨量の少ない根羽村東部や串原村、旭町付近でも400mmを超える。矢作ダム集水域の年降水量は2000mm程度であり、単純に考えると年降水量の4分の1から5分の1の雨量が一晩で降ったことになる。また、このような雨量は500年に一度の異常雨量とも言われていることから記録的豪雨であったことがわかる。

3. 森林の概況

矢作ダム集水域の森林面積は、約440 km²で森林率は約90%となる。人工林率は70%を超え、林業地帯であることがわかる。

植生はヒノキ林がもっとも多く森林全体の40%を占める。次いでスギ林、広葉樹林の順となる（図-4）。ヒノキ林、スギ林のほとんどは人工林であり、ヒノキ林は東濃ヒノキの産地でもある岐阜県側の上矢作町、串原村、愛知県側の設楽町や足助町で多い。特に上矢作町、串原村では、ヒノキの人工林は、森林面積の50%を上回る。スギの人工林は稲武町、根羽村で多く町村内のヒノキ林

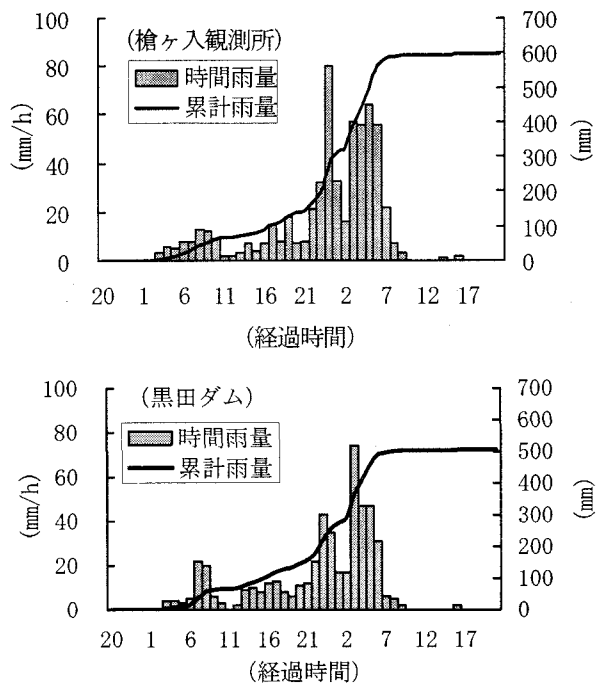


図-2 槍ヶ入観測所と黒田ダムの時間雨量（9月10日20時～12日21時）

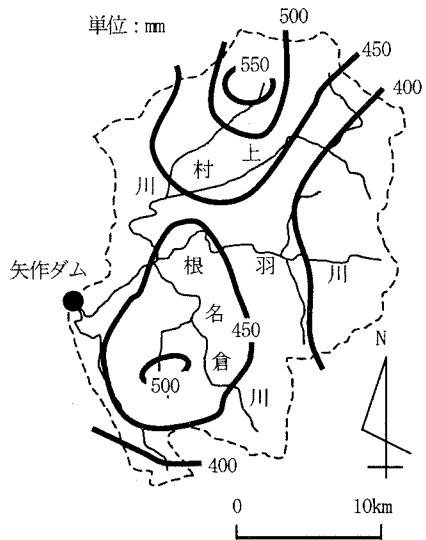


図-3 矢作ダム集水域の総雨量の分布

より面積は広い。人工林では、他にカラマツ林が長野県の平谷村で多いが、矢作ダム集水域の森林面積に占める割合は5%に満たない。広葉樹林は天然林が多く、標高の比較的低い串原村や愛知県側ではコナラ群落、上矢作町や根羽村ではクリミズナラ群落、標高が1000mを上回るところではブナミズナラ群落等の落葉広葉樹林が主で、特に長野県側に多い。

矢作ダム集水域におけるスギ・ヒノキの人工林の齢級別面積を図-5に示す。スギ、ヒノキともに6～9齢級でピークを示し、面積がもっとも広い。このピークを

示す齢級の人工林の多くは、間伐を必要とする状態になっているが、整備が行き届いていないのが現状である。

4. 発生した流木の量

矢作ダム集水域に発生した流木の量は、把握できる限りで矢作ダム貯水池に約35,000m³が流入し、上矢作町で処理されたものが少なくとも約2,800 m³にもものぼる（写真－1）。矢作ダム貯水池に流入した流木は、ダム管理者によると、約50年分にも相当する量だそうである。河川や谷に残されたものや処理されても量が把握されていない流木を含めると、かなりの量が発生したと推測される。矢作ダム貯水池に流入した流木は串原村閑羅瀬（約21,000m³）、太田代（約2,000m³）、森上（約7,500 m³）、旭町田津原（約4,500 m³）の4箇所に引き上げられた。

5. 流木の調査方法等

流木の調査は、矢作ダム貯水池からの引き上げ量のもっとも多い串原村閑羅瀬の流木置場の流木について、災害後から約1年後の平成13年9月中旬から10月初旬にかけて実施した。

流木は、写真－2のように、幅と奥行が20～50m、高さ約3mに数箇所にわたって積み上げられている。これらを崩して、引き上げられたすべての流木を調査することは困難である。そこで本調査は、積み上げられた流木の側面および上部面の表面上に見える範囲の流木についてのみ調査を行った。

調査項目は、形状、樹種、樹齢についてである。

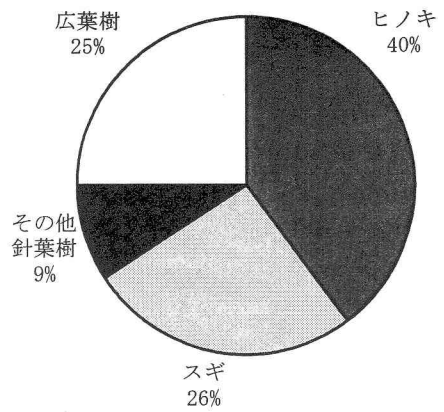
積み上げられた流木は写真－3のように様々な形状があるが、以下のように7つに分類して調査を実施した。

- ①根がついている
- ②折れた木で腐食が進行している
- ③折れた木で腐食が進行していない
- ④切断面の腐食がかなり進行している。または、切断面に受口や追口等の明らかに立木を伐採した痕がある
- ⑤切断面が新しく、腐食が進行している
- ⑥切断面が新しく、腐食が進行していない
- ⑦用材（建築材、電柱等）

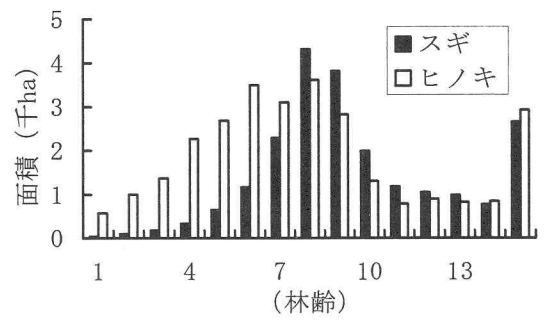
なお、⑤、⑥の切断面が新しい流木は、積み上げられる際に切断された断面を示す。

樹種は、地元で林業に従事する方々に協力をいただき、木目や傷をつけた時の匂い等により識別した。

また、樹齢については、切断面等の年輪で特定できる流木のみに関して調査した。



図－4 矢作ダム集水域の森林構成



図－5 矢作ダム集水域の林齢構成（人工林）

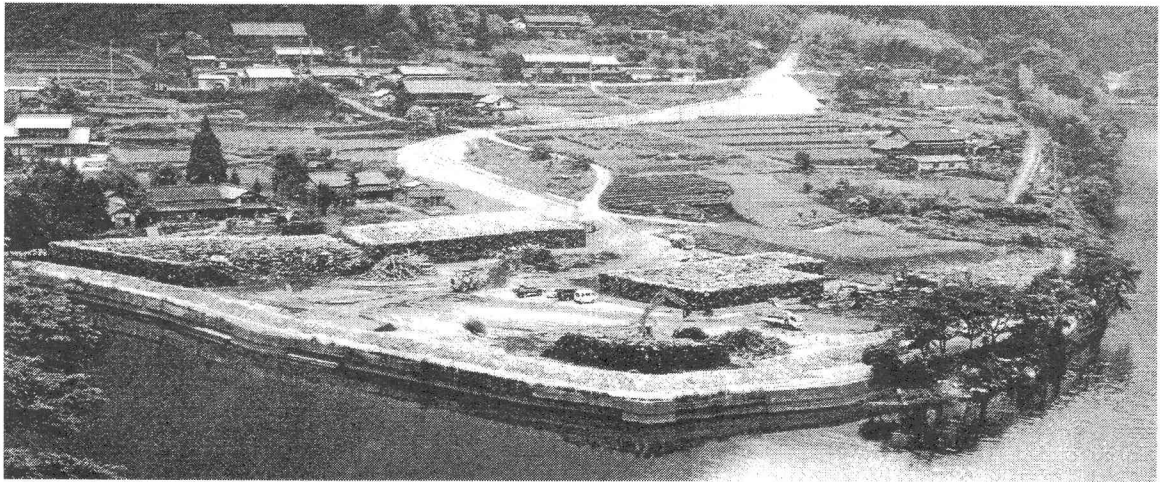


写真－1 矢作ダムに流出した流木

6. 調査結果と考察

(1) 樹種

調査した流木の本数は合計8673本である。樹種別にみるとスギが圧倒的に多く、全体の78%を占める。続いてヒノキの11%、広葉樹7%、用材2%、アカマツ・クロマツ1.4%の順になり、平谷村で多いカラマツはほとんどみられなかった（表－1）。なお、広葉樹の流木は、樹種の特定ができるものはほとんどなかった。



写真－２ 引き上げられた流木（串原村閑羅瀬）



表－１ 樹種等別流木の本数

樹種等	本数	%
スギ	6,762	78.0%
ヒノキ	964	11.1%
カラマツ	6	0.1%
アカ・クロマツ	119	1.4%
その他針葉樹	5	0.1%
広葉樹	603	7.0%
不明	24	0.3%
用材（建築材等）	190	2.2%
合計	8,673	100.0%



写真－３ 流木の形状

矢作ダム集水域ではヒノキ林がもっとも多いにもかかわらず、流木の78%をスギが占めている。これは、崩壊地と樹種の分布の関係によるものと考えられる。今回の豪雨における崩壊地は、いわゆる「沢抜け」等谷部の崩壊が顕著である。このことは釜井¹⁾によっても指摘されている。スギは通常、水分条件のよい場所が適している

ため谷部に植栽され、逆にヒノキは、スギより乾燥した条件がよいため、斜面の中腹部に植林される。昔からの植林する場所を示すことわざで、「尾根マツ、谷スギ、中ヒノキ」ともいわれているように、多くの場所でのこのような樹種分布となっている。このように流木の8割近くがスギなのは、流木の発生源と推測される崩壊が多発した谷部に、スギが多く植林されているためであると考えられる。実際に現地の崩壊地付近の植生をみると写真－４のようにスギの人工林が多い。

(2) 流木の発生源に関する区分

前述したように流木の樹種は、スギ・ヒノキが9割近くを占める。このことから流木の多くは人工林から何らかの形で発生したと考えられる。

人工林から発生する流木は、大きく2つのケースが考えられる。一つは立木が斜面の崩壊と同時に流出し、流木となるケース、もう一つは、除伐、間伐等で伐採された木が森林や放置されたり、一時的に置かれた木が斜面崩壊や河川の氾濫により流出し、流木になったケースである。そこで、スギ・ヒノキの流木の形状から表2のように①立木が発生源と推測される流木、②災害発生前

に間伐等により伐採されていた木が発生源と推測される流木、③どちらとも推測しがたい流木、の3つに分類した。区分は以下のようなことを考慮して行った。

a) 崩壊地上の立木が発生源と推測される流木

斜面崩壊と同時に流出した場合、ほとんどが根こそぎ流出することが考えられる。また、春から夏にかけては、林業の施業では通常伐採は行われないので、災害の発生した9月初旬であることを考慮すると、腐食が進行していない流木は、災害発生までは、立木だったと考えられる。そこで、前述の7分類のうち、以下の3分類を崩壊地上の立木が発生源と推測される流木とみなした。

- ①根がついている
- ③折れた木で腐食が進行していない
- ⑥切断面が新しく、腐食が進行していない

b) 災害発生前にすでに間伐等により伐採されていた木が発生源と推測される流木

- ④切断面の腐食が、かなり進行している。または、切断面に受口や追口等の明らかに立木を伐採した痕がある流木が該当するとみなした。

c) 区分不明な流木

本調査は、災害発生から1年が経過しており、その間に腐食が進行したのか、災害前にすでに腐食が進行していたのかどうかを判断することは困難である。そこで以下の形状の流木は区分不明とした。

- ②折れた木で腐食が進行している
- ⑤切断面が新しく、腐食が進行している

表-2に示すように、発生源が区分できたスギは、3823本で、調査したスギの流木の約60%である。発生源が区分できたヒノキは669本で、調査したヒノキの流木の約70%である。発生源が区分できた流木のうち立木が発生源と推測される流木はスギが80%、ヒノキが75%を占める。このことから、流木の多くは、谷部の崩壊や河川の氾濫にともない倒木となり流出した木が発生源である場合が多いと考えられる。

なお、区分不明な流木はスギの流木が40%、ヒノキの流木が30%ほどであった。

(3) 流木の樹齢

発生源が区分できた流木のうち樹齢が確認できたのは、スギが2,349本、ヒノキが481本であった。これらを年齢別に区分（1年齢＝5年）したものを図-6に示す。

流木の年齢構成（立木が発生源）と矢作ダム集水域におけるスギ・ヒノキの人工林の年齢構成を比較すると、ほぼ同じような山形の分布を示している。しかし、年齢構成はスギ、ヒノキともに8年齢でピークを示すのに対して、流木の樹齢構成のピークは4～6年齢と若い年齢でピークを示す。これは、崩壊地と林齢との関係によるものであろう。

釜井³⁾および清水⁴⁾によると15年生以下の幼年齢の崩壊が多いことが報告されている。しかし、15年生以下の



写真-4 崩壊した沢（倒木はスギ）

表-2 流木の発生源の区分

(スギ)

分類		本数	合計
立木が発生源と推測される	林齢確認	2,010	3,080
	林齢未確認	1,070	
災害前に伐採された木が発生源と推測される	林齢確認	339	743
	林齢未確認	404	
区分不明	林齢確認	1,610	2,939
	林齢未確認	1,329	
合計			6,762

(ヒノキ)

分類		本数	合計
立木が発生源と推測される	林齢確認	383	504
	林齢未確認	121	
災害前に伐採された木が発生源と推測される	林齢確認	98	165
	林齢未確認	67	
区分不明	林齢確認	192	295
	林齢未確認	103	
合計			964

流木の本数は少ない。写真-5に示すように15年生以下のような径の小さい流木の多くが、流出時に短く折れたり砕かれたりし判別不能な状態になっている場合が多い。そのために今回調査した流木の中にほとんど含まれなかったと考えられる。

伐採木が発生源と推測されるスギ・ヒノキの流木も4～6年齢でピークを示している。有力な発生源としては、除伐や間伐され山林にそのまま残された木材があげられる。矢作ダム集水域では、通常、植林後10～25年前後に除伐もしくは一回目の間伐が実施され場合が多く、この時期と伐採木が発生源と推測される流木の林齢分布が、ほぼ一致することから、山林の谷に残された伐採木が谷筋の崩壊や土石流と同時に流出したケースが多いのではないかと推測される。

7. まとめ

調査した流木の樹種は、スギが約8割で、ヒノキを加えると調査した流木の9割を占める。これらの流木の多くは、主に谷や沢筋の人工林で発生した斜面崩壊や沢抜けとともに流出した立木が発生源であると推測される。

調査したスギ、ヒノキの流木の樹齢は、矢作ダム集水域の人工林の林齢分布よりも若い樹齢で多くなっており、比較的若い林齢の森林が流木の発生源となりやすいことを示している。

また、災害発生前にすでに間伐等により伐採されていた木が発生源と推測されるスギ、ヒノキ流木は、発生源が区分できた流木のうちの2割程度であった。

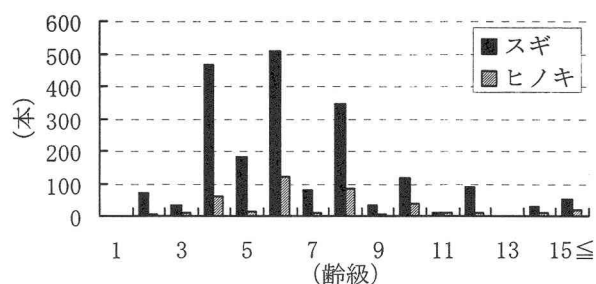
以上のように、流木は人工林からの発生が圧倒的に多いと推測される。流木の中には長さが7mに達するものもあり、このような流木が大量に発生した場合、橋梁等の河川構造物に甚大な被害をもたらしかねず、人工林の森林整備が流木防止対策として重要な課題となろう。

近年、治山目的の森林整備も進められているが、施業方法が確立されているとは言えず、実際に作業従事者からの疑問の声も聞かれる。また、今回の調査で広葉樹や樹齢が40年を超えるような成木の流木も多く見られることから、総雨量400mmを超えるような豪雨場合、少なくとも矢作ダム集水域のような深層風化の進行した花崗岩地帯では、従来の森林管理では治山の面において充分に対応できないと思われる。

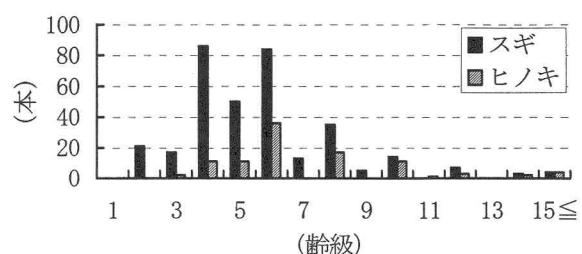
流木の発生防止を含めた治山治水目的の施業方法を確立するために、学識者、作業従事者等を交えた幅広い分野からなる研究を早急に進めるべきであろう。特に谷・沢筋の崩壊により発生する立木の流出を防止するために2つのケースを想定した新たな施業方法を検討すべきである。一つは現在も高木が存在する谷や沢筋をどのような植生に移行させるべきか、もう一つは新たに植林を行う場合、どのような施業を行うべきかである。

なお、流木の調査は、災害発生から1年を経過してから行なったものであり、流木の腐食や変色等により精度の高い調査は望めなかった。今後、流木による災害が発生した場合、災害後できるだけ早く今回行ったような調査を実施すべきである。

謝辞：調査にあたり、快く資料の提供をいただきました愛知森林管理事務所、東濃森林管理署、愛知県林務課、愛知県設楽事務所森林整備課、長野県下伊那地方事務所林務課、上矢作町役場、恵南森林組合の方々、調査に関するご助言をいただきました愛知大学の藤田佳久教授、豊橋創造大学の寺本和子教授に深謝申し上げます。特に厳しい残暑のもとでの流木調査に快く協力くださいました逸見俊隆氏、谷川一成氏、高橋秀和氏、関根辰之氏、関根眞理氏、佐藤正之氏、小玉旺一氏に深甚の謝意を申し上げます。



〔a〕立木が発生源と推測される流木



〔b〕伐採木が発生源と推測される流木

図－6 流木の樹齢別区分（1 齢級＝5 年）



写真－5 折れ砕かれた小径木

げます。

参考文献

- 1) 愛知県：平成12年9月11からの大雨による災害の記録，愛知県，2001.
- 2) 辻本哲郎・北村忠紀：矢作川流域の被災概要，2000年9月東海豪雨災害に関する調査研究，pp. 227-232，2001.
- 3) 釜井俊孝：平成12年東海豪雨による岐阜県上矢作町周辺の斜面災害－地形，地質，植生との関係－，2000年9月東海豪雨災害に関する調査研究，pp. 247-252，2001.
- 4) 清水泰弘：東海豪雨による山地斜面災害調査，2000年9月東海豪雨災害に関する調査研究，pp. 252-258，2001.

(2002. 4. 15 受付)