

第 4 節 森林環境の変遷

I 丹沢山地における土砂災害の実態とその履歴

内山佳美¹⁾・鈴木雅一²⁾

The actual Situation of Sediment Disaster in Tanzawa Mountains and the History

Yoshimi Uchiyama & Masakazu Suzuki

要 約

近年、自然環境保全の観点から溪流生態系の保全が課題となっているが、その影響要因である堰堤等の人工構造物の視点からの実態は十分整理されていない。そのため、丹沢山地の溪流に多数建設された堰堤やそれに大きく関係する山地の土砂災害について理解する一端として、丹沢山地における土砂災害の実態とその履歴を整理した。丹沢山地は、過去においては、関東大震災や 47 年豪雨災害を始めとした土砂災害により甚大な被害を受けており、それに伴う山地の復旧は、国や県の事業として非常に大規模なものであった。元来、丹沢山地は地殻変動の激しい場所に立地する上に降水量も多く、土砂移動の活発な条件にある。また、土砂災害の起因となる台風等による豪雨の発生も多い上に、近年では、甚大な被害をもたらす大規模地震の切迫性も指摘されている。このように土砂移動が活発で土砂災害も発生しやすいという元来丹沢山地が持つ特性は、自然環境の保全という観点であっても前提条件として捉えるべきと考えられた。

1. はじめに

丹沢山地は、神奈川県北西部に位置し、県土面積の約 5 分の 1 を占める山塊であり、神奈川の屋根とも呼ばれる。最高峰の蛭ヶ岳を始めとした多くの山々が連なり、間には深い谷が刻まれ、その様相は、富士山や箱根山地のような火山地形と比較して非常に複雑かつ急峻である。

丹沢山地には、1923 年の関東大震災やその後の度重なる土砂災害による土砂流出対策のため、これまでに多数の堰堤が建設されてきた (図 1)。これらの堰堤は、山麓

の土砂災害の軽減に寄与してきたが、一方で、丹沢山地の溪流をコンクリート構造物の並ぶ人工的な景観へと変化させた。さらに、前回の丹沢大山自然環境総合調査では、堰堤等の人工構造物による溪流生態系への影響が指摘された (草野ほか, 1997; 相模湾海洋研究会, 1997)。このため、丹沢山地における溪流生態系の保全は、自然環境を保全する上での課題の一つとなっている。

ところが、自然環境保全の観点からの堰堤の実態につい



図 1 丹沢山地における砂防・治山施設の現況

1) 神奈川県自然環境保全センター研究部 2) 東京大学大学院農学生命科学研究科

ては、これまで十分に整理されてこなかった。その実態を把握するためには、建設された堰堤の現状だけでなく、それらの堰堤が建設された背景も含めて理解する必要がある。

前述のように、堰堤は、山地の土砂災害の復旧や防災を目的として建設されており、それには、過去に発生した土砂災害が大きく関係している。土砂災害は、その発生過程でみると、まず、素因として災害の起き易さとしての場の条件があり、それに、起因としての気象や地象現象が作用し、その結果、人間や人間生活に対して被害が発生する（沼本ほか、1999）。つまり、土砂災害を捉える上では、素因、起因、被害のそれぞれについて把握する必要がある。

そこで、本稿では、丹沢山地に多数の堰堤が建設された背景を含む山地災害について理解する一端として、丹沢山地におけるこれまでの土砂災害について、素因としての立地条件、起因となる気象等の概況、そしてこれまでの被害実態について既存文献により整理した。

2. 丹沢山地の立地条件

日本列島は、4つのプレートの境界域に位置し、地殻変動の激しいプレートの沈み込み帯に発達した弧状列島であるために、活発な火山活動、地震活動、もろい地質といった地質的特徴を持つ。さらにその中でも丹沢山地は、南部フォッサマグナ地帯に位置し、北米プレートの下にフィリピン海プレートが沈み込み、さらにそれらの下に太平洋プレートが沈み込むという、世界でも他に無い大変複雑な構造となっている（山下、1997）。丹沢山地の特徴である複雑で急峻な地形は、このプレートの移動と沈み込みに伴う様々な作用によって形成されてきた。かつては伊豆・小笠原弧の一部として南方の海底火山であったものが、フィリピン海プレートの移動に伴って北上し、本州に衝突して現在の場所となったとされている（山下、1997）。さらに標高1000m以上の峰が連なるほどに隆起したのは、過去における地下からの深成岩の貫入やフィリピン海プレートの衝突などが原因として考えられている（山下、1997）。このような衝突や隆起運動によって丹沢山地に形成された多数の断層は、現在の地すべりや斜面崩壊の分布の偏在や特性を支配する大きな要因となっている（棚瀬、1997）。

また、このような世界でも特有の地形・地質条件に加えて、気候の面では、丹沢山地に限らず日本列島全体としてアジア・モンスーンの影響を受ける。特に梅雨や台風等の影響を受け、山地が侵食されやすく土砂移動も活発である。しかし、そのような気候が、多様で豊かな森林の生育を可能にしている。

さらに、丹沢山地は、都心からわずか50kmの距離に位置し人口過密な都市部に隣接する上に、周囲には道路や鉄道網が発達し、山地は国道と主要河川によって孤立している。つまり、丹沢山地にはまとまった自然が存在するが、周辺一帯は都市的で過密な土地利用となっている。そのため、多くの人々に自然公園として利用されているほか、山麓部だけでなく都市部に供給される水道水の水源にもなっている。

このように、丹沢山地は、地殻変動の激しい場所に存在するために、山地自体もその変動作用によって形成されたという経緯を持つ。そのため、地形は複雑かつ急峻で、多数の断層が存在する。さらに、モンスーンの影響で降水量が多く、山地が侵食されやすく土砂移動も活発であるため、

容易に土砂災害が発生しやすい条件にある。その上、過密な都市域に隣接するまとまった山地であるために、多様なニーズを抱えている。

3. 土砂災害をもたらす気象・地象

土砂災害の起因となる気象および地象について、横浜地方気象台（1996）によって、神奈川県内の過去100年間の発生傾向が報告されている。それによると、全災害件数のうち発生原因別では、台風、雷雨、低気圧、前線等の風雨によるものが8割以上を占め、地震・津波は件数では1割に満たない。また、風雨による災害発生状況を季節別にみると、8月下旬と9月中旬をピークに10月上旬までが多発期となっており、梅雨よりも台風による秋雨前線の活発化の影響が大きい傾向がある。

これらの気象の長期的傾向については、横浜地方気象台（1996）によると、台風の接近数は、数十年周期で変動しており1950～1960年代に比較して1970～1980年代前半では減少、1990年前後から再び増加が見られる。また、日降水量50mm以上の中程度以上の降雨の年間出現日数は減少傾向で、180mm以上の豪雨の出現は逆に増加傾向であるなど降雨形態においても変化がみられる。この降雨形態の変化については、地球温暖化による影響も示唆されている（気象庁、2005）。

また、過去に大きな被害をもたらした地震では、1923年の関東大地震を始めとして、1924年の丹沢地震、1930年の北伊豆地震がある（横浜地方気象台、1996）。関東大地震は、相模トラフを震源とし、M7.9、最大震度6と記録されている（神奈川県、1972a）。丹沢山地に直接影響を及ぼす地震は、フィリピン海プレートの運動に伴う地震であり、特に神奈川・山梨県境、小田原北部及び南部で多く発生する傾向がある（棚田、1999）。神奈川県の防災の観点からは、これらの神奈川県西部地震のほか、相模トラフを震源とする南関東地震、駿河トラフを震源とする東海地震や国府津松田断層を始めとする活断層による地震が今後発生する地震として想定されている（神奈川県、2005b）。

4. 丹沢山地における過去の土砂災害

(1) 土砂災害の記録資料

丹沢山地の過去の土砂災害については、文献や資料等の記録から実態を把握することができる。そのため、ここでは丹沢山地における土砂災害の記録資料としてどの程度の情報があるかを示しておく。情報の種類としては、大きく2つあり、記述情報（数値記録含む）と位置情報である。前者は、履歴年表のような発生記録がまとめられているものや特定の災害に関する被災状況が記述されたものである。一方後者は、崩壊地発生分布図などの図面である。

発生記録では、最も古いものでは、「続日本紀」や「吾妻鏡」等の古文書に災害の発生記録が残されている（神奈川県、1971）。最も内容の充実した発生記録は、二次資料であるが「神奈川県災害史（自然災害）」（神奈川県、1972a）であり、前述の古文書を初めとし、新聞報道も含めた多数文献の引用により西暦700年代から1970年までの神奈川県の自然災害発生記録が集録されている。特に1873年以降は、被害状況や起因となった気象概況が詳細に記録され、災害ごとに山・崖崩れの箇所数も記録されている。また、主な災害を記録した文献では、未曾有の災害であった関東大震災や昭和47年豪雨災害の被害報告

表1 丹沢山地における主な土砂災害履歴

西暦	年号	月・日	災害種	原因	丹沢大山地域の 気象・地象概況	県内死者・行 方不明者数	県内の主な被害	県内山地の被害
1923	T12	9.1	震災(関東大震災)	地震(関東大地震)	最大震度6	31,859	山地崩壊	山地崩壊8600ha
1924	T13	1.15	震災(相模震災)	地震(丹沢地震)	県内震度5	13	道路損壊・橋梁破損等	がけ崩れ 279箇所
1930	S5	11.26	震災(豆相震災)	地震(北伊豆地震)	県内震度5	13	土地の隆起・埋没多数	有り
1937	S12	7.14-17	大雨	梅雨前線	松田518mmほか	44	浸水・家屋倒壊	山林被害大
1938	S13	6.27-7.4	大雨	梅雨前線・台風	山北882mmほか	53	家屋全壊・浸水	(死傷者はがけ崩れが主)
1938	S13	8.30-9.2	大雨	台風	山北352mmほか	6	家屋全壊・浸水	不明
1941	S16	7.19-23	大雨・強風	台風・梅雨前線	台風・梅雨前線 西部山地400~500mm	12	家屋全壊・浸水	数ヶ所あり
1947	S22	9.13-15	大雨・強風	台風(カスリーン)	煤ヶ谷544mmほか	2	家屋全壊・浸水	不明
1948	S23	9.15-16	大雨・強風・高潮	台風(アイオン)	中川389mmほか	30	家屋全壊・浸水	不明
1949	S24	8.31-9.1	大雨・強風・高潮	台風(キティ)	西部山地300mm以上	24	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ19箇所
1952	S27	6.22-24	大雨・強風・波浪	台風(ダイナ)	半原188mmほか	5	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ194箇所
1956	S31	10.30-31	大雨	低気圧	松田170mmほか	10	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ199箇所
1958	S33	9.25-27	大雨・強風	台風(狩野川)	厚木268mmほか	93	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ821箇所
1959	S34	8.12-14	大雨・強風	台風(7号)	北西部山地で300mm以上	5	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ23箇所
1961	S36	6.24-29	大雨	梅雨前線	山地500mm以上	1	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ873箇所
1965	S40	9.15-17	大雨・強風	台風(24号)	箱根丹沢山地200mm以上	2	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ67箇所
1966	S41	6.27-28	大雨・強風	台風(4号)	鳥屋403mmほか	41	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ650箇所
1972	S47	7.10-12	大雨	梅雨前線	玄倉518mmほか	9	家屋全壊・浸水	がけ崩れ299箇所
1972	S47	7.14-15	大雨	台風(6号)	玄倉214mmほか	1	床上・床下浸水	山・がけ崩れ86箇所
1972	S47	9.14-16	大雨・強風	寒冷前線・台風(20号)	鳥屋511mmほか	3	家屋半壊・浸水	山・がけ崩れ70箇所
1974	S49	7.6-8	大雨・たつ巻	梅雨前線・台風(8号)	秦野180mmほか	13	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ343箇所
1976	S51	9.8-14	大雨	台風(17号)・寒冷前線	厚木359mmほか	3	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ336箇所
1979	S54	10.18-19	大雨・強風・波浪	台風(20号)	玄倉332mmほか	4	家屋半壊・浸水	山・がけ崩れ199箇所
1982	S57	8.1-2	大雨・強風・波浪	台風(10号)	玄倉372mmほか	7	家屋全壊・浸水	山・がけ崩れ125箇所
1982	S57	9.10-12	大雨・強風	台風(18号)	箱根丹沢山地400mm以上	4	家屋全壊・浸水	がけ崩れ679箇所
1983	S58	8.15-18	大雨・強風・雷	台風(5号・6号)	箱根丹沢山地1000mm以上	0	床下浸水	山・がけ崩れ59箇所
1985	S60	6.29-7.1	大雨・強風	台風(6号)	丹沢湖303mmほか	1	家屋半壊・浸水	山・がけ崩れ89箇所
1991	H3	9.19-20	大雨・強風	台風(18号)	丹沢湖245mmほか	2	浸水	がけ崩れ272箇所
1999	H11	8.14	大雨	低気圧	丹沢湖229mmほか	15	浸水	がけ崩れ7箇所

* 丹沢山地の土砂災害記録があるもの、または気象概況から土砂災害があったと予想されるもので、神奈川県内での災害全体の規模が大きなものについて掲載した。

が多数存在する。そして、位置情報としては、神奈川県(1984)による「神奈川県震災荒廃林野復旧事業図」、神奈川県(1987)による「自然災害履歴図」がある。ただし、「自然災害履歴図」の解説にもあるとおり実態がもれなく記録されているとは限らない。その他、空中写真判読による崩壊地分布図として、丹沢大山自然環境総合調査報告書の「付図1 丹沢山地のマスムーブメント(地すべりならびに斜面崩壊)リニアメントならびに地形面」などがある(棚瀬, 1997)。さらに、位置情報の基礎資料として空中写真があり、判読することによって崩壊地分布図を得ることができる。ただし、これらの位置情報は付帯情報として時点が不可欠である。また、過去の写真も場所と時点が特定できれば位置情報として有効であるが、それらの記録があるものは少ない。

過去の土砂災害発生実態を、現在との関わりに焦点をあてて把握するには、客観的に対比可能な位置情報が有効である。しかし、丹沢山地の空中写真では、基本的には1946年が最も古く、それ以前の情報は、神奈川県震災荒廃林野復旧事業図などの図面情報に頼ることになる。そのため、未曾有の災害であった関東大震災の前後で山地がどう変化したかということについては、特に震災前の情報が限られることから全体像の客観的な把握は難しい。

(2) 土砂災害の履歴

前述の記録資料を基に丹沢山地の土砂災害履歴を示した(表1)。なお、前述の記録資料の実態から1923年の関東大震災以降を対象とした。表1をみると、1980年代前半までは比較的頻繁に土砂災害が発生しているが、近年大きな土砂災害は減少している。この傾向は、県内の自然災害における大規模災害の発生状況でも同様である(横浜地方気象台, 1996)。さらに、日本全体の風水害被害者数で見ても、1960年以降長期的には減少傾向となっている

(内閣府, 2006)。

このように自然災害全般で被害が減少してきた理由として、倉嶋(2005)によると1960年代以降の防災体制の整備や気象予報技術の進歩が挙げられている。また、土砂災害が減少してきた要因としては、沼本ら(1999)によると前述のような降雨特性の変化、防災対策の進捗に加えて森林植生の回復等が挙げられている。森林植生の状態と土砂災害発生形態の関係については、塚本(2002)によっても整理されている。それによると近年の大きく育った森林では、幼齢林と比較して表層崩壊が起こりづらくなる一方で、少ない頻度で深層崩壊が発生し、発生予測も難しくなることが指摘されている。

一方で、近年は、従来ほとんど見られなかったような被害も発生している。表1を見ると近年では1999年8月14日の水害による死者数が多いが、これには山北町玄倉川と相模原市(旧津久井町)道志川が増水した際に発生した、中州に取り残されたキャンパーが流されて死亡した事故も含まれる(神奈川県, 2005a)。

(3) 主な土砂災害の事例

ここでは、一般的に丹沢山地の土砂災害の規模が特に大きかったとされる関東大震災と昭和47年7月豪雨について概要を示す。

1923年9月1日に起こった関東大震災は、土砂災害に限らず、人的被害からみても日本の自然災害史上未曾有の災害である。家屋倒壊のほか特に火災による二次災害が大きく、東京、神奈川を中心とした死者は10万人近くに及んだとされている(神奈川県, 1971)。丹沢山地を中心とした神奈川県内の山地崩壊は、89,080箇所、面積で8,632haであり当時の県内林野面積の7%に及んだ(神奈川県, 1984)。地震による土砂災害の特徴として崩壊が尾

根部に多かったほか、特に、地震後の9月14～15日にかけての大雨が影響し、土石流災害も多く発生した(小沢, 1998)。当時の崩壊の全体的な様子について、井上(1924)によると、全山が赤裸といわれる様に甚だしく崩壊していること、山地の崩壊は主に表土であることが指摘されている。同様に「神奈川の砂防」にも、丹沢全山の表層が剥離し平塚より遠望すると全山が真っ白に見えたこと、また崩壊による土砂があらゆる河川を埋め尽くし相模川支流の中津川の河床は8～9m上昇したことが記されている(神奈川県, 1980)。この震災による新生崩壊地の分布については、前述したとおり神奈川県林務課によって図化され資料として残されている。さらに、関東大震災後の諸戸北郎らの現地視察では、崩壊は、老壮齢の天然林に少なく、幼年の造林地及び伐採跡地に多いこと、崩壊地の多くは地震で亀裂を生じ、その後の降雨で崩落したものが多く、崩壊による土砂が溪流に大量に堆積している上、山腹にもまだ崩落した土砂が大量に留まっていることなどが報告されている(小沢, 1998)。特に植生状態については、筆者ら(第3章第4節Ⅱ)が示した森林の変遷からも、震災当時は幼齢林が多くを占めていたことが推察される。塚本(2002)により指摘されている森林の状態と崩壊発生の関係を踏まえると、このことが表土の崩落が広範囲にわたったことと関係している可能性も考えられる。

この山地の荒廃を復旧するために、県の復旧事業費は従来の治山事業の10～20倍に増加した(神奈川県, 1984)。また、震災直後の山地の復旧事業では、大量に発生した崩落土砂の下流への被害を防止するために、溪流工事が優先して施工された(神奈川県, 1984)。当時の工法は、現地素材を用いた石を積む工法(空積・練積谷止工, 山腹空積・練積工, 張石水路工等)や簡易な植生工(萱筋工, 編柵工等)であった。工事費のほとんどが労務費で占められたため、山村の雇用にも直結していた(神奈川県, 1984)。現在見られるような純コンクリートの堰堤が造られるようになったのは、昭和39年頃からである(小沢, 1998)。その後、奥山の崩壊の集中する地域には、索道や資材運搬路開設により工事が進められるなど、何十年という時間をかけて山腹崩壊地から溪流まで流域全体としての復旧が進められ現在に至っている。

1972年には、3度の大きな水害が発生している。その中でも特に7月10～12日の梅雨前線によるものは、昭和47年7月豪雨と呼ばれ、記録的な集中豪雨が特徴である。山北町玄倉では最大時間雨量86mm, 3日間の総雨量518mmを記録し、山北町を中心に多くの土砂災害が発生した。特に中川の箒沢溪谷では、がけ崩れと土石流の発生により家屋全半壊76戸, 死者・行方不明者9人という惨事となった(神奈川県, 1973a)。山北町を中心とした崩壊等の林地被害は、364箇所, 林道施設被害は、773箇所, 治山施設被害は、19箇所に上った(神奈川県, 1973a)。この梅雨前線による集中豪雨では、神奈川県に限らず熊本や愛知など全国各地で多くの土砂災害が発生した。塚本(2002)によると当時は全国的に幼齢林が多くを占めていたことが表層崩壊の多発に影響したことが指摘されている。災害後は、県の砂防事業の一環でこの災害による山腹および溪流の荒廃状況調査と不安定土砂量の評価がなされ、記録が残されている(神奈川県, 1973b; 1974)。その後、災害復旧が進められたが、これより後は、丹沢山地

では大きな災害は発生していない。

5. まとめ

丹沢山地に多数の堰堤が建設された背景を理解する一端として、土砂災害の実態について整理した。近年、丹沢山地での大きな土砂災害は少なくなってきたが、過去においては、関東大震災や47年豪雨災害を始めとした土砂災害により山地が甚大な被害を受けた。それに伴う山地の復旧は、国や県の事業として、非常に大規模なものであった。元来、丹沢山地は地殻変動の激しい場所に立地する上に降水量も多く、土砂移動の活発な条件にある。また、土砂災害の起因となる台風等による豪雨の発生も少なくない。さらに、甚大な被害をもたらす大規模地震は、発生頻度は低い、近年いくつかの地震の切迫性が指摘されている。

このように丹沢山地は、元来の立地条件から土砂移動が活発な山地であるため、豪雨や大規模地震によって土砂災害が発生しやすい。このような丹沢山地の特性は、自然環境の保全という観点からも前提条件として捉えるべきと考えられる。その場合、これまでの災害復旧や防災を目的とした個別の土砂の実態把握だけでは不十分であり、大災害を引き起こす大規模地震の長周期性や長期的な森林植生の変化、防災施設整備の進捗など土砂移動現象に関する要因の変動スケールに応じて、大流域レベルなどの広域で長期的に土砂動態を把握することも必要と考えられる。

文献

- 井上禧之助, 1924. 地質学から見た激震内地の被害一般. 科学知識, pp.42-43. 科学知識普及会, 東京.
- 神奈川県, 1971. 神奈川県気象災害誌(自然災害). 296pp. 神奈川県, 横浜.
- 神奈川県, 1973a. 昭和47年水害調査報告書. 238pp. 神奈川県土木部, 横浜.
- 神奈川県, 1973b. 砂防基礎調査報告書酒匂川水系中川川玄倉川. 93pp. 神奈川県土木部砂防課, 横浜.
- 神奈川県, 1974. 砂防基礎調査報告書酒匂川水系河内川世附川. 144pp. 神奈川県土木部砂防課, 横浜.
- 神奈川県, 1984. 神奈川県林政史. 936pp. 神奈川県農政部林務課, 横浜.
- 神奈川県, 1987. 自然災害履歴図. 土地分類基本調査秦野・山中湖, pp.88-100. 神奈川県企画部企画総務室, 横浜.
- 神奈川県, 1980. 神奈川の砂防. 49pp. 神奈川県土木部, 横浜.
- 神奈川県, 2005a. 巻末資料10 神奈川の主な災害1 風水害. 神奈川の安全防災本編平成17年度版, pp.125-131. 神奈川県安全防災局, 横浜.
- 神奈川県, 2005b. 地震防災対策の計画的な推進. 神奈川県地域防災計画(地震防災対策計画), pp.1-24. 神奈川県, 横浜.
- 倉嶋厚, 2005. 風水害の時代的変遷と防災気象情報の発展. 天気, 52(12): 3-10
- 草野保・福山欣司・一柳英隆, 1997. カエル類から見た丹沢の沢. 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会編, 丹沢大山自然環境総合調査報告書, pp.494-499. 神奈川県環境部, 横浜.
- 沼本晋也・鈴木雅一・太田猛彦, 1999. 日本における最

- 近 50 年間の土砂災害被害者数の減少傾向 . 砂防学会誌 , 51(6) : 3-12.
- 小沢 操 , 1998. 神奈川県における関東大震災と治山事業 . 地震による山地災害とその対策 , pp.111-136. (社)日本治山治水協会 , 東京 .
- 相模湾海洋生物研究会 , 1997. 淡水魚からみた丹沢の沢 . 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会編 , 丹沢大山自然環境総合調査報告書 , pp.500-517. 神奈川県環境部 , 横浜 .
- 棚田俊収 , 1999. 神奈川県で発生している地震 . 海から生まれた神奈川 , pp.82-84. 神奈川県立生命の星・地球博物館・横須賀市自然・人文博物館
- 棚瀬充史 , 1997. 丹沢山地のマスマーブメント . 神奈川県公園協会・丹沢大山自然環境総合調査団企画委員会編 , 丹沢大山自然環境総合調査報告書 , pp.18-23. 神奈川県環境部 , 横浜 .
- 棚瀬充史 , 1997. 付図 1 丹沢山地のマスマーブメント (地すべりならびに斜面崩壊) リニアメントならびに地形面 . 丹沢大山自然環境総合調査報告書 , 神奈川県環境部 , 横浜 .
- 塚本良則 , 2002. 森林・表土の荒廃・再生と治山の歴史分析 . 水利科学 , 46 (5) : 1-25.
- 山下浩之 , 1997. 丹沢の地形と地質 . 丹沢自然ハンドブック , pp10-27. 自由国民社 , 東京
- 横浜地方気象台 , 1996. 神奈川の気象百年 . 215pp. (財)日本気象協会横浜支部 , 横浜 .

電子文献

- 気象庁 , 2005. 異常気象レポート 2005. 気象庁 . Online. Available from internet: http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/2005/index2.html (downloaded on 2007-2-17)
- 内閣府 , 2006. 自然災害による死者・行方不明者の状況 . 平成 18 年版防災白書 , 内閣府 . Onlin. Available from internet: http://www.bousai.go.jp/hakusho/h18/BOUSAI_2006/html/honmon/index.htm (downloaded on 2006-10-3)