

はじめに

この研究は、酸性雨による森林衰退の代表例となっている丹沢大山のモミ原生林をフィールドにして、酸性霧による森林衰退発現のメカニズムを総合的に解明し、さらにこれに基づき森林再生の為のプログラムを提案することを目的として、2003年度から2006年度まで科学研究費基盤研究(A)として文科省の補助を得て実施されたものである。この研究において当初に研究目標としたのは次のようなことである。

酸性霧によりモミから溶脱する成分を明らかにする。特に、カルシウムとホウ素に注目し、さらにこの時、細胞壁から流失する糖類の分解生成物との関連についても解明する。また、モミ苗木枝への暴露実験を行ってフィールドのデータと対応させ、植物応答の詳細を明らかにする。特に、細胞膜に固定されたカルシウムが重要なので、酸の暴露によりどれだけ、どのような時期に、どのようなメカニズムにより減少するのかを解明する。丹沢ではモミは枯れてもスギは枯れない。また、ブナは大山後背地札掛のモミ原生林とほぼ同時期に枯れ始めており、同じ原因によることが予想される。そこでこの3種の樹種の酸性霧に対する応答の類似性と差異をフィールド観測と暴露実験により解明する。以上に基づき、衰退を止めるための大気汚染規制の目標を明らかにし、現状で可能な森林再生の施策を検討する。

この目的のために、丹沢大山を主なフィールドにした井川のグループと植物生理学的な衰退機構の検討を行う桜井のグループが協力して研究を行った。井川のグループでは丹沢大山の大気汚染および霧の現状をまず明らかにし、ついでその影響をフィールドでの林外雨と林内雨の測定値の比較と擬似酸性霧の暴露試験により、衰退機構を検討した。特にその植物生理学的検討においては、大気環境化学を主な研究分野とする井川のグループは植物生理学を専門分野とする桜井と緊密にディスカッションを行った。また、桜井のグループでは、霧の発生しない地域でも枯れが見られることから、植物葉上で発生する露の中に溶け込む酸化性物質の影響について検討した。

この研究の実施により、当初の目標は達成したと思われるが、自然現象が関与するために問題は極めて奥が深い。深刻な問題ではあるが、サイエンスとして興味深い点を数多く有している。今回このように我々の研究の現在の地平をまとめて提示することは、新たな研究の発展の基礎となっていくことを期待したい。



2007年3月31日

研究代表者 井川 学

科学研究費補助金基盤研究(A)(1)

課題番号 15201008

テーマ： 酸性霧の樹冠への沈着から森林衰退までのプロセスの解明と
森林再生プログラムの検討

研究代表者 井川 学 (神奈川大学工学部教授)
研究分担者 桜井 直樹 (広島大学総合科学部教授)

年度	直接経費	間接経費	合計
平成 15 年度	14,300,000	4,290,000	18,590,000
平成 16 年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
平成 17 年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
平成 18 年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
総計	26,100,000	7,830,000	33,930,000



研究業績

学術論文

- (1) "Deposition of coarse soil particles and ambient gaseous components dominating dew water chemistry", M. Takeuchi, H. Okochi, M. Igawa, *J. Geophys. Res.*, 108, 4319-4023 (2003).
- (2) "The enhanced dissolution of some chlorinated hydrocarbons and monocyclic aromatic hydrocarbons in rainwater collected in Yokohama, Japan", Hiroshi Okochi, Daisuke Sugimoto, Manabu Igawa, *Atmos. Environ.*, 38, 4403-4414 (2004).
- (3) "Characteristics of water-soluble components of atmospheric aerosols in Yokohama and Mt. Oyama, Japan from 1990 to 2001", Masaki Takeuchi, Hiroshi Okochi, Manabu Igawa, *Atmos. Environ.*, 38, 4701-4708 (2004).
- (4) "Enhanced dissolution of volatile organic compounds into urban dew water collected in Yokohama, Japan", Hiroshi Okochi, Masanori Kataniwa, Daisuke Sugimoto, Manabu Igawa, *Atmospheric Environment*, 39, 6027-6036 (2005).
- (5) "Dominant factors controlling concentrations of aldehydes in rain, fog, dew water, and in the gas phase", Kiyoshi Matsumoto, Shunji Kawai, Manabu Igawa, *Atmospheric Environment*, 39, 7321-7329 (2005).
- (6) "Scavenging effect of precipitation on volatile organic compounds in ambient atmosphere", Emi Sato, Kiyoshi Matsumoto, Hiroshi Okochi, Manabu Igawa, *Bull. Chem. Soc., Jpn.*, 79, 1231-1233 (2006).
- (7) "Leaching of cell wall composition caused by acid depositions on fir needles and trees in Mt. Oyama, Japan", Ado Shigihara, Kiyoshi Matsumoto, Naoki Sakurai, and Manabu Igawa, submitted.
- (8) "Growth and physiological responses of beech seedlings to long-term exposure to acid fog", Ado Shigihara, Kiyoshi Matsumoto, Naoki Sakurai, and Manabu Igawa, in preparation.
- (9) "Dominant Factors of Fog Characteristics in Mt. Oyama, Japan", Manabu Igawa, Tomoharu Takeda, Kiyoshi Matsumoto, and Hiroshi Okochi, in preparation.

学会発表

- 堤久美子、大河内博、井川 学、「雨水の化学組成とその酸性化機構 (15)」、第 4 4 回大気環境学会年会講演要旨集、396、2003 年 9 月 (京都)。
- 井川 学、竹田智治、大河内博、「酸性霧の化学組成とその酸性化機構 (19)」、第 4 4 回大気環境学会年会講演要旨集、394、2003 年 9 月 (京都)。
- 井川 学、西野正一、大河内博、「大気汚染物質の丹沢大山森林樹冠への沈着」、第 4 4 回大気環境学会年会講演要旨集、618、2003 年 9 月 (京都)。
- 井川 学、河合俊二、大河内博、「大気および降水中アルデヒドの定量とその濃度支配要因」、第 4 4 回大気環境学会年会講演要旨集、601、2003 年 9 月 (京都)。
- 井川 学、佐藤義昭、大河内博、「横浜と丹沢大山における大気汚染状況とその支配要因」、第 4 4 回大気環境学会年会講演要旨集、580、2003 年 9 月 (京都)。
- 井川学、野口智子、石黒彰一、松本潔、「微量湿性沈着物 (もや、霧、霧雨) の粒径と組成の分析」、日本分析化学会第 53 年会、講演要旨集、245、2004 年 9 月 (習志野)
- 松本潔、荒瀬啓之、河合俊二、井川学、「大気環境中のアルデヒドの分析と濃度支配要因」、日本分析化学会第 53 年会、講演要旨集、245、2004 年 9 月 (習志野)
- M. Igawa, T. Takeda, K. Matsumoto, and H. Okochi, "Dominant factors of fog characteristics in Mt. Oyama, Japan", Proc. 3th Int. Conf. on Fog, Fog Collection and Dew, C3 (2004)
- H. Okochi, M. Kataniwa, D. Sugimoto, M. Takeuchi, and M. Igawa, "Enhanced dissolution of volatile organic compounds into urban dew water collected in Yokohama, Japan", Proc. 3th Int. Conf. on Fog, Fog Collection and Dew, F1 (2004)
- 佐藤絵美、大河内博、松本潔、井川学「大気中における VOCs の成分分析とその濃度支配要因」、大気環境学会第45回年会、講演要旨集、328、2004 年 10 月 (秋田)
- 成田憲一、松本潔、井川学「リーゼガング環生成を利用した微小液滴の組成分析」、大気環境学会第45回年会、講演要旨集、340、2004 年 10 月 (秋田)
- 嶋原亜土、松本潔、井川学、桜井直樹「酸性沈着物のモミ針葉に及ぼす影響」、大気環境学会第45回年会、講演要旨集、357、2004 年 10 月 (秋田)
- 松本潔、鈴木将吾、竹田智治、大河内博、井川学「酸性霧の化学組成と酸性化機構(20)」、大気環境学会第 4 5 回年会、講演要旨集、484、2004 年 10 月 (秋

- 田)
- 松本潔、石渡恭之、奥田和広、大河内博、井川学 「丹沢大山における大気汚染物質の沈着挙動」、大気環境学会第45回年会、講演要旨集、485、2004年10月(秋田)
- 松本潔、下地恒太郎、井川学 「加熱温度の差異を用いた大気エアロゾルの化学組成分析」、日本化学会第85春季年会、講演要旨集 2H1-46、2005年3月(横浜)
- 佐藤絵美、大河内博、井川学、「有害大気汚染物質の動態解析と降水洗浄機構(1)-SPME-HS-GCMSによる雨水および露水中 VOCs の定量法の検討-」、日本化学会第85春季年会、講演要旨集 2PA-145、2005年3月(横浜)
- Shigihara, K. Matsumoto, N. Sakurai, and M. Igawa, "Effect of acid deposition on fir needles and trees", 7th International Conference on Acid Deposition, p318, June, 2005 (Prague, Czech Republic)
- M. Igawa, A. Shigihara, Y. Kojima, K. Matsumoto, and H. Okochi, "Acid deposition on forest in Tanzawa mountains, Japan", 7th International Conference on Acid Deposition, p99, June, 2005 (Prague, Czech Republic)
- 松本潔、富永紗恵、下地恒太郎、井川学 「横浜及び丹沢大山における大気エアロゾルの化学組成と濃度支配要因」、大気環境学会第46回年会、講演要旨集、405、2005年9月(名古屋)
- 松本潔、中山慎子、入内嶋崇、井川学 「横浜及び丹沢大山における微量ガス成分濃度とその支配要因」、大気環境学会第46回年会、講演要旨集、406、2005年9月(名古屋)
- 井川学、小倉一晃、鈴木将吾、松本潔 「酸性霧の化学組成と酸性化機構(21)」、大気環境学会第46回年会、講演要旨集、441、2005年9月(名古屋)
- 井川学、杉本寛、小島穰、嶋原亜土、松本潔 「丹沢大山における大気汚染物質の樹冠への沈着挙動」、大気環境学会第46回年会、講演要旨集、459、2005年9月(名古屋)
- 佐藤絵美、松林友理、大河内博、井川学 「有害大気汚染物質の動態解析と降水洗浄機構(2)」、大気環境学会第46回年会、講演要旨集、520、2005年9月(名古屋)
- 嶋原亜土、松本潔、井川学、桜井直樹 「酸性沈着物のモミ針葉に及ぼす影響(2)」、大気環境学会第46回年会、講演要旨集、533、2005年9月(名古屋)
- M. Igawa, K. Matsumoto, and H. Okochi, "Facilitated deposition of gas and aerosol by precipitation and the comparison of dry deposition in a

mountainside to that in an urban site”, International symposium on atmospheric environmental impacts of aerosols in East Asia, p.74, September, 2005 (Kyoto, Japan)

井川学, 阿部将宜, 松本潔, 「丹沢大山における大気汚染物質沈着量の標高依存性」, 日本化学会第 86 春季年会講演予稿集, 2PA035 (習志野市)2006 年 3 月

嶋原亜土, 松本潔, 井川学, 「酸性沈着物のモミ針葉に及ぼす影響 (3)」, 日本化学会第 86 春季年会講演予稿集, 2PA036 (習志野市)2006 年 3 月

K. Matsumoto, S. Tominaga, and M. Igawa, “Behavior of the aerosols with the diameter larger than 10 μm in urban atmosphere”, 7th International Aerosol Conference, pp.1674, (St. Paul, U.S.A., 2006 年 9 月

嶋原亜土, 松本潔, 井川学, 「丹沢山塊における酸性沈着物の負荷と森林への影響」, 第47回大気環境学会年会講演要旨集, 1I1324, (東京都)2006 年 9 月

富永紗恵, 松本潔, 井川学, 「横浜および丹沢大山における大気エアロゾルの化学組成と濃度支配要因(2)」, 第47回大気環境学会年会講演要旨集, P03, (東京都 2006 年 9 月

水野利一, 松本潔, 井川学, 「横浜における大気中 VOCs の測定とその動態解明」, 第47回大気環境学会年会講演要旨集, P16, (東京都)2006 年 9 月

井川学, 永池英佑, 中山慎子, 松本潔, 内山佳美, 「丹沢山塊における微量ガス成分の濃度分布」, 第47回大気環境学会年会講演要旨集, P17, (東京都)2006 年 9 月

小倉一晃, 松本潔, 井川学, 「酸性霧の化学組成と酸性化機構(22)」, 第47回大気環境学会年会講演要旨集, P40, (東京都)2006 年 9 月

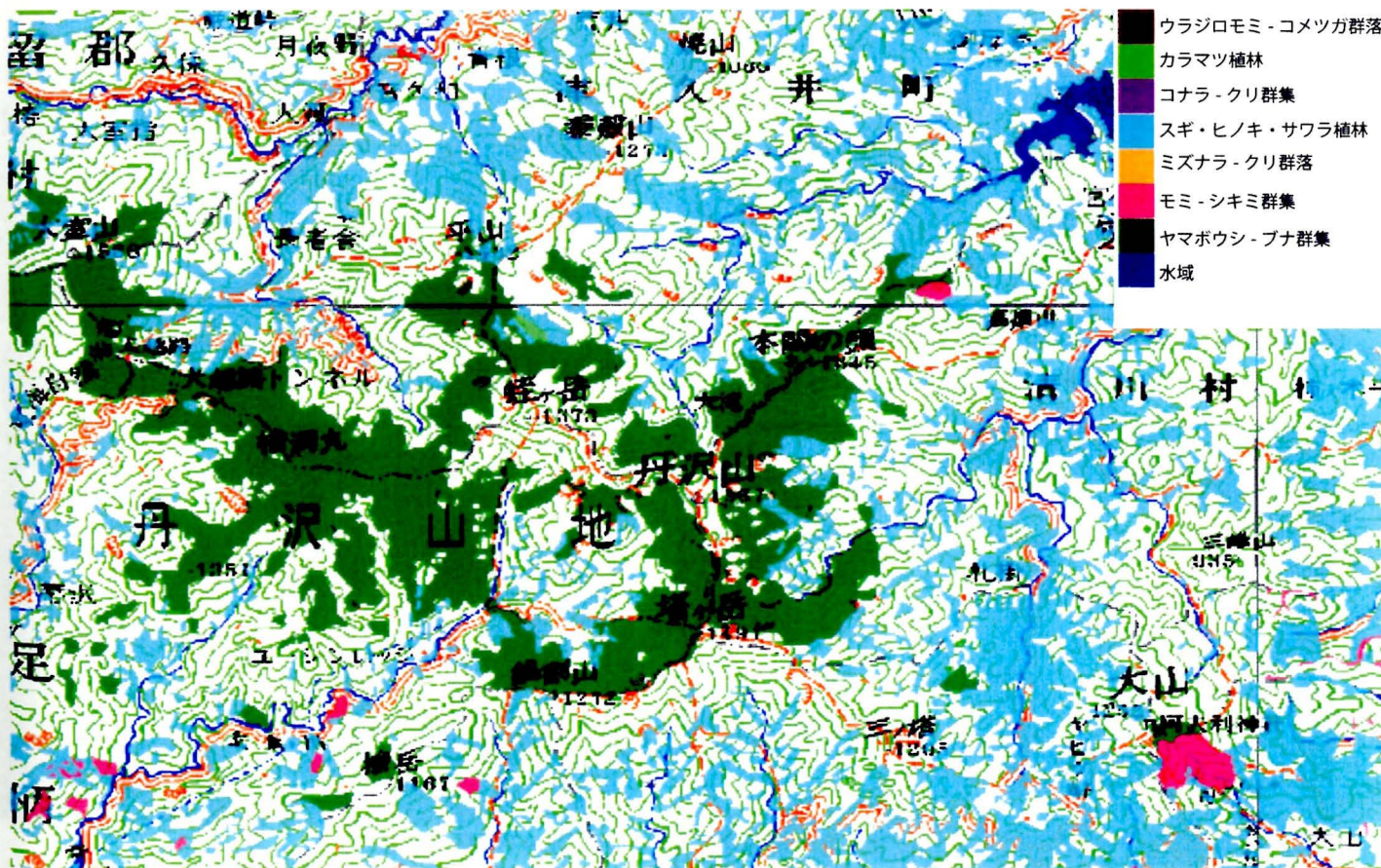
露久保功, 松本潔, 井川学, 「露水の化学組成と濃度支配要因(2)」, 第47回大気環境学会年会講演要旨集, P41, (東京都)2006 年 9 月

丹沢の今



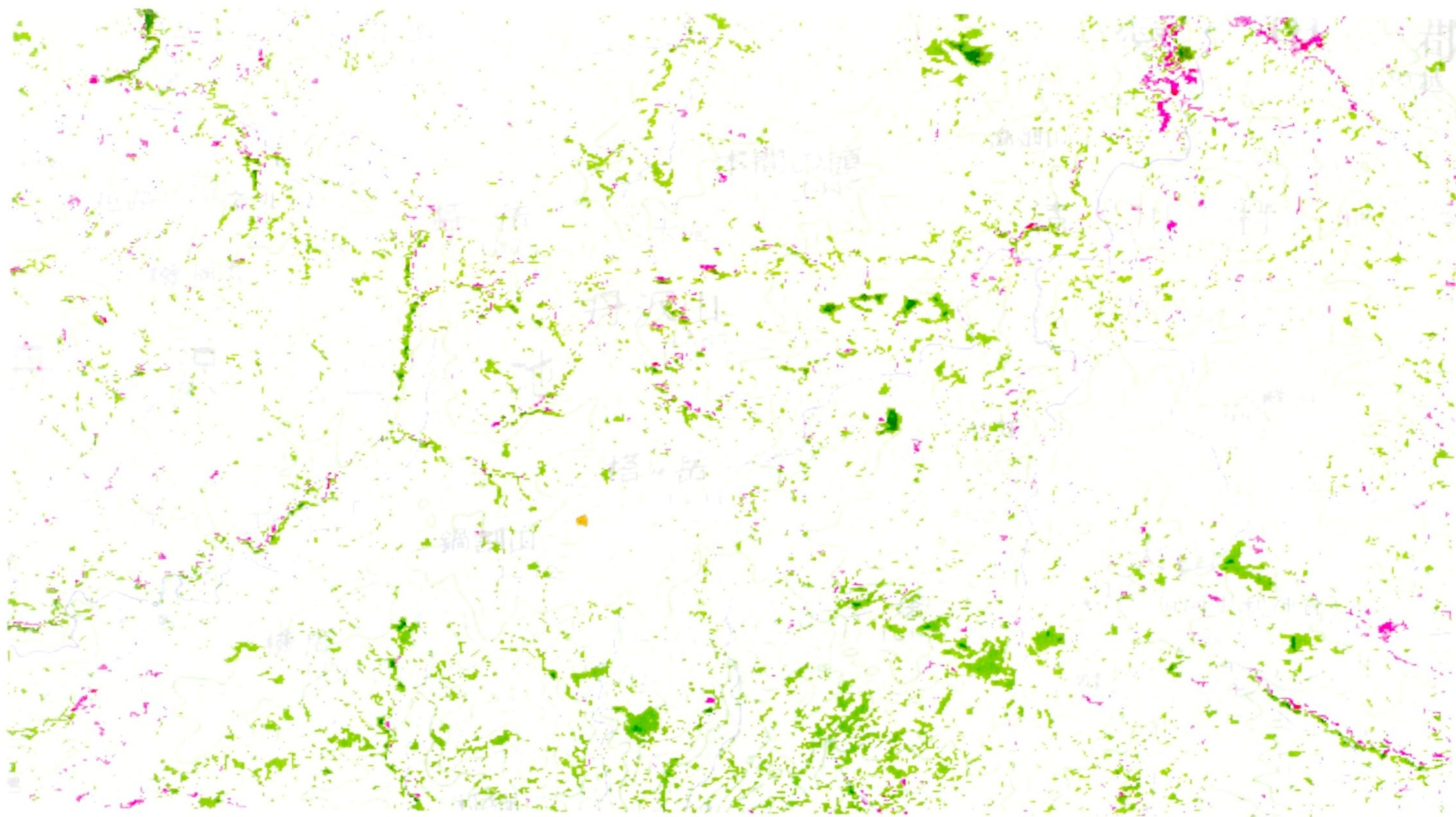
丹沢山塊の地形

国際地学協会発行
「総合世界/日本地図」より

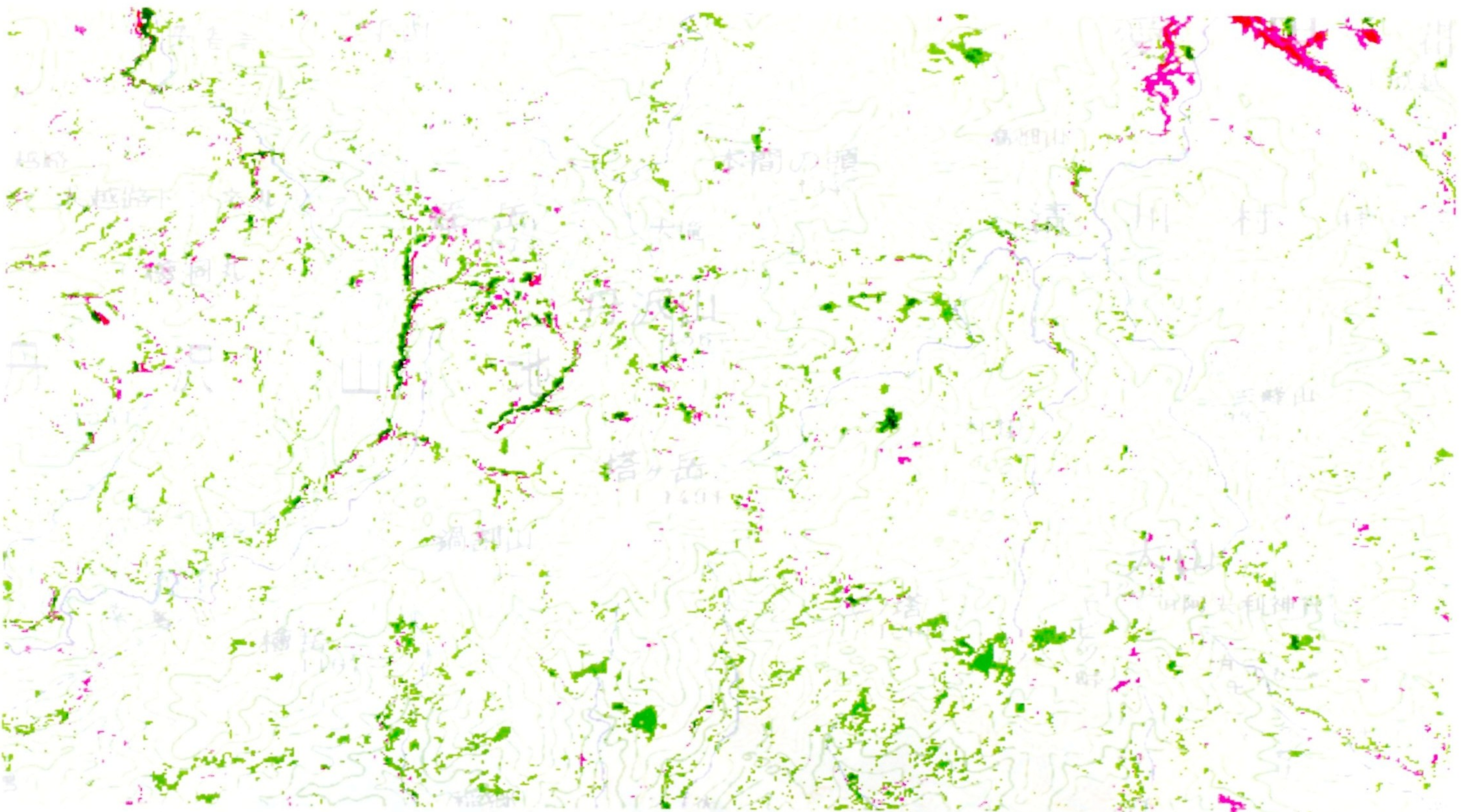


丹沢の植生

環境省自然環境局生物多様性センター、第6,7回自然環境基礎調査データより



1986年と比較した1995年の丹沢大山植生変化



1986年と比較した2003年の丹沢大山植生変化

セントラル・コンピュータ・サービス株式会社のデータ処理による。LANDSAT衛星の画像データから、植物活性度を近赤外バンドと隣接する可視バンド輝度から計算したNDVI値を表示。

$$\text{NDVI値} = \frac{(B4 - B3)}{(B4 + B3 + 1)} \times 100 \quad (B4\text{はバンド4、}B3\text{はバンド3)}$$

- -100 ~ -30
- -30 ~ -10
- -10 ~ 10
- 10 ~ 30
- 30 ~ 100

(負の大きな数値ほど衰退が激しいことを表す)

丹沢大山の
モミの
立ち枯れ



霧の中の立ち枯れのモミ



パッシブ霧採取器とサンプリング風景



立ち枯れのモミ



立ち枯れの見られないブナ林(堂平)



視程の低下した山(鍋割山から望む)



立ち枯れのブナ林(丹沢山周辺)

