

気候変動が土砂災害の素因に及ぼす影響

素因分科会（○藤田正治、多田泰之、山田孝、菊池英明、島田徹、鈴木崇、野間大祐）

1. はじめに

土砂災害の素因としては、地盤条件と地被条件があげられるが、人間活動や土砂災害に対する意識も土砂災害に関係した社会的素因として考えることができる。気象条件の変化により地盤の風化の程度に変化が生じ、森林植生の状態にも変化が現れる。これらの地盤条件や地被条件は崩壊や侵食に大きな影響を与えるので、気候変動によりこれらの条件がどのように変化するのかが問題である。また、降雨条件の変化は物理条件としての誘因だけでなく、人間の土砂災害への意識にも影響を及ぼす可能性があり、社会的素因に影響する。

2. 土砂災害等に関わる課題

2.1 地盤条件

土砂生産や斜面崩壊の素因としての地盤条件には風化現象が影響しているので、気候変動による熱環境や植生の変化、地下水の動態変化が地盤条件にどのような影響を与えるのかを考えなければならない。熱環境としては、気温、日射量、日較差などが考えられ、これらは凍結融解作用による風化に大きな影響を与える。気温が上昇すれば凍結融解の頻度は少なくなり、凍結深度も小さくなると考えられるが、積雪が少なくなり積雪による断熱効果が減少し、凍結融解がむしろ活性化される可能性もある。

裸地斜面の凍結融解特性について、泉山・堤ら（2009）は地中温度分布の時間変化を熱収支式に基づいて算定する方法を示し、凍結融解回数を深度方向に積分した凍結融解強度を凍結融解特性指標として提示している。図1はその解析例を示したもので、標高 500m、斜面勾配 45 度の南向き裸地斜面の凍結融解強度指数の全国分布を表している。上図は現状の気温に対する結果、下図は気温が 2℃上昇したと仮定して計算したものである。2℃の気温上昇により、東北地方で凍結融解強度が 1 ランク下がっている県があることや、凍結融解が起こらない県も増加することがわかる。

斜面の水分状態も土砂災害の素因の一つである。たとえば、少降雨状態が長く続けば地下水位が下がり、豪雨時の崩壊に必要な降雨量は大きくなるし、反対の場合はちょっとした降雨量でも崩壊が発生することが考えられる。

2.2 地被条件

気候変化の問題を考えると、地被条件として森林・植生条件が重要である。土砂災害に影響する森林・植生条件として重要なものは、無立木地、若齢林面積の増加であり、森林生態系、風倒木、森林火災、病虫害に与える影響が重要である。これらに関する研究はあまり進んでいないが、気候変化シナリオに基づく温暖化の森林生態系に及ぼす影響に関する研究がブナ・マツ・チシマザサ・ハイマツ・シラベ等の植生に関して行われている。

温暖化による影響が検討された樹種の内、大面積で無立木地や若齢林が生じ、土砂災害に影響を及ぼす可能性があるのはブナの衰退であろう。松井ら（2006）は、気候シナリオ RCM20 と MIROC を ENVI モデルに組み込み、ブナ林の適域を算出している。全国

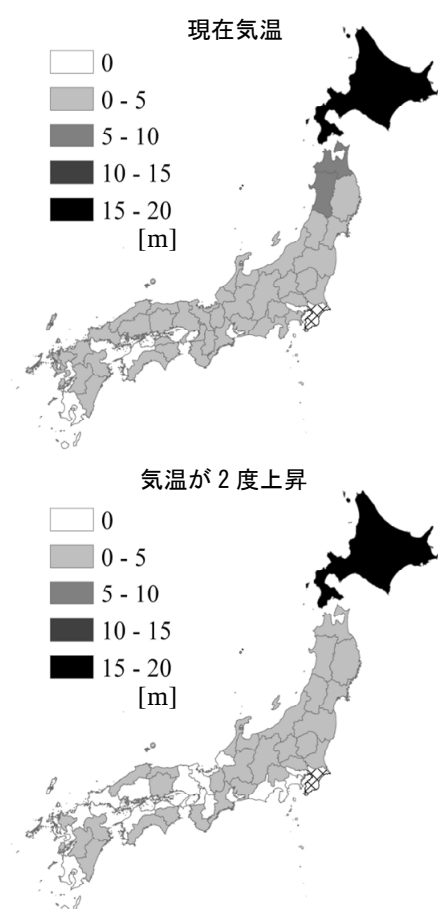


図1 凍結融解強度の全国マップ

の適域は、現在比で 2031-2050 年には 65～44%、2081-2100 年には 31～7%に減少し、西日本や本州太平洋側ではほとんど消滅、白神山地（世界遺産地域）の 77%を占めるブナ林は、2031-2050 年には 44.3～2.9%、2081-2100 年には 3.4～0.0%に減少すると推測されている。北海道における温暖化の北上速度は 10～50km/100 年である一方、ブナの移動速度は 1～2km/100 年（本州の過去最大値は 23.3km/100 年）であるため、ブナの移動は気温上昇に追いつけないことも示されている。ただし、これらはブナが衰退しても無立木地化すること

を直截的に意味するのではなく、温暖化の進行とともに低標高域に分布するブナ林は成立の適地ではなくなり、次第にブナ林よりも低標高域に分布している他の樹種に置き換えられることを意味している。現在、本州日本海側の低標高域に分布するブナ林はコナラ、ミズナラ、クリへ、九州・四国・本州太平洋側に分布するのは、これらに加えてカシ類、モミへ、置き換わる可能性がある。徐々に樹種の交替が進むと考えられるが、高木種の交替がスムーズに進行しない場合、若齢のその他の樹種に置き換わるため、一時的に林地の樹木根系による支持効果が低下し、崩壊が発生しやすい状況となる可能性がある。

2.3 人間活動

降雨の極端現象が増えるとすれば、通常は小降雨であるが稀に異常な豪雨が発生することになるかもしれない。このような状況下での人間の土砂災害に対する意識の変化は、土砂災害の素因変化として重要な要素である。小降雨状態が続き災害に対する意識が低下するか、極端な異常豪雨による大災害により意識が高まるのか、どちらになるのかは防災上重要な問題である。気候変動を想定した将来の自然災害と防災に関する人間の意識の変化に関して、社会科学的な研究も必要であろう。

3. 現在の研究動向と今後の研究の視点

図 2 は、想定される気温や降雨条件の変化とそれに影響され则认为られる素因の体系を示したものである。わが国の気温が上昇したり、地域によって大小はあるものの日降雨量や時間降雨量が増加したりすると予想されており、それを示す観測データや予測結果がある。この図では、今後の研究で明らかにされると思われるが、現時点ではその変化の傾向がまだよくわかっていないものは「変化」と表記している。また、素因の変化は複雑な物理過程が関与しているため、気象条件の変化が与えられても、十分な解析を踏まないと明確なことは言えない。これまで、気温変化が地盤の凍結融解による風化特性に与える影響についての研究はあるものの、それを含めても現在の研究レベルでは今後どうなるのかまで言及できる状況ではないと思われる。図 2 には影響のあると思われる素因について示しているが、現在の段階では「可能性」と表示するにとどめている。別の見方をすれば、この図は、今後研究し明らかにしなければならない項目を示していると言える。

参考文献

泉山・堤ら(2009)：地表面熱収支を考慮した裸地斜面における凍結融解シミュレーション、水工学論文、53 巻
松井・田中ら(2006)：温暖化に伴うブナ林の適域の変化予測と影響評価、地球環境、Vol.14、NO.4

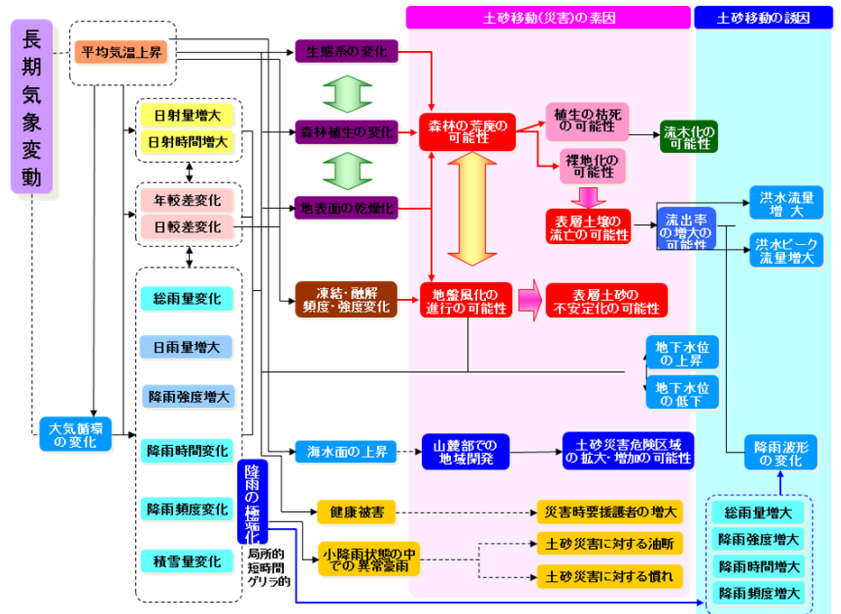


図 2 素因とその変化