

令和3年6月15日

令和2年度岐阜県気候変動適応研究センター共同研究事業成果報告書

森林・中山間農業における雪害・風害リスクの将来予測

(課題番号:2020-2)

齋藤琢^{1,2}・久田善純³・原田守啓^{1,2}・丸谷靖幸^{1,2,4}

1. 岐阜大学流域圏科学研究センター
2. 岐阜大学地域環境変動適応研究センター
3. 岐阜県森林研究所
4. 九州大学大学院工学研究院

研究担当一覧

森林冠雪害:久田善純、原田守啓、齋藤琢

農地雪害:齋藤琢、原田守啓、丸谷靖幸

農地風害:齋藤琢

研究概要および要旨

研究背景・目的の概要

近年、気温上昇に代表されるような気候変動の影響が顕在化してきており、最新の研究では、今後の温暖化に伴い、岐阜県北部を含む中部山間地域の豪雪頻度やその強度が増加する可能性が指摘されている。また、冬季の気温上昇は、雪害をもたらす重く湿った雪の発生頻度を増加させる可能性がある。したがって、今後の気候変動に伴い、森林冠雪害やビニールハウス倒壊を引き起こす雪害リスクがどの程度増加・減少するのかを評価することが、岐阜県における森林業、農林業の将来にとって非常に重要となる。そこで本研究では、雪害リスクの将来変化を文科省SI-CAT成果である全国1km統計DSデータを用いて評価する。さらに、ビニールハウスに対しては風の影響も大きいいため、風害についても合わせて評価方法を検討する。

結果・考察の概要

森林冠雪害(倒木、幹折れなど)、農地雪害(ビニールハウスの倒壊など)について、岐阜県における気候変動に伴う雪害危険度の変化を1kmメッシュで評価した。解析には、5種の気候モデル(GCM)と2つの将来予測シナリオ(RCP2.6およびRCP8.5)を用い、現在気候(1980/81~2004/05年の25冬季)に対する将来気候(2026/27~2050/51年の25冬季)の差分によって気候変動に伴う雪害危険度の変化量を推定した。森林冠雪害については、いずれの気候モデル(GCM)、将来予測シナリオ(RCP2.6、RCP8.5)でも、県北部で危険日日数が増加する傾向にあった。一方、多くの将来予測では、県中南部の多くの地域で冠雪害危険日が減少する傾向にあった。農地雪害については、日積雪量が農業用ハウスの限界荷重を上回る危険日日数を判定した。現在気候において無補強ハウスと比べると強化ハウスの危険日日数は顕著に少なく、強化ハウスの効果が明瞭に表れた。将来予測では、いずれの気候モデル、シナリオでも、県北部で農地雪害の危険性が増加し、県中南部域では、農地雪害危険日が減少する傾向にあった。将来的に雪害危険度が高い地域においては、森林の適切な密度管理、農地のハウス強化などの事前対策が望まれる。ビニールハウスの風害については、日データでの検出は困難であり、時間別データなど、時間分解が高いデータによる解析が必要と考えられる。

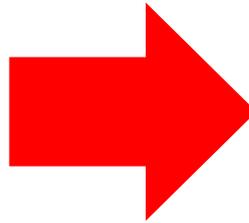
森林・農地における雪害とその発生機構

森林・農地における雪害

森林では、樹冠への着雪により、幹折れ、幹曲がり、根返りといった雪害が生じる。また農地では、ビニールハウス倒壊といった雪害が生じる。



森林における着雪の様子



雪害の発生機構について

森林・農地における雪害の発生機構は、主に気象条件(降雪量、気温、風速、湿度等)と森林側条件(樹種、林分密度、樹冠形状、地形、土壌等)や農地側条件(ハウス強度)に大別される。本研究では、おもに気候変動に伴う気象変化が雪害リスクに及ぼす影響について検討を行った。

気候モデルとシナリオについて

現在気候(1980/81~2004/05年の25冬季)に対する将来気候(2026/27~2050/51年の25冬季)の差分によって危険日の増加・減少を評価するために、5種の気候モデル(GCM)の出力値を用い将来予測気象値を推定し、解析に供した。以下にその詳細を示す。

現在気候

期間: 1980/81-2004/05年の25冬季(12、1、2、3月)

データ: 農研機構メッシュ農業気象データ(1kmメッシュ)

要素: 日平均気温、日最高気温、日最低気温、日降水量

将来気候

期間: 2026/27-2050/51年の25冬季(12、1、2、3月)

データ: 農研機構 日本全国1km統計DSデータ

要素: 日平均気温、日最高気温、日最低気温、日降水量

モデル: 5気候モデル(CSIRO-Mk3-6-0、GFDL-CM3、HadGEM2-ES、MIROC5、MRI-CGCM3)

シナリオ: RCP2.6(2100年までに2度程度上昇)、RCP8.5(2100年までに4度程度上昇)

補正方法: 各気候モデル出力値の将来予測値(RCP2.6, RCP8.5シナリオ)および現在値(Historical)の差または比を現在気候(メッシュ農業気象データ)に上乘せ(差分法)

森林冠雪害危険度の将来予測

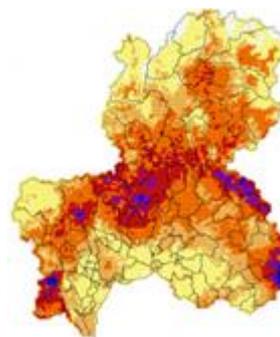
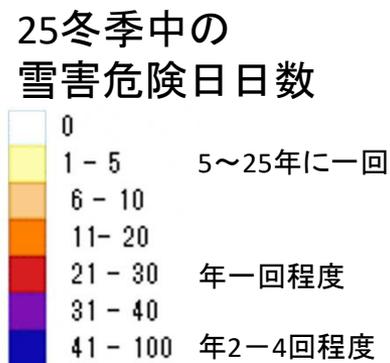
本研究では、森林雪害危険日の判定手法として、久田他(2021)の手法を用いた。以下にその概要を示す。また、結果については、将来気候(1980/81年-2004/05年冬季)と現在気候(2026/27年-2050/2051年冬季)の差分を示す。

久田他(2021)による森林雪害危険日の判定手法

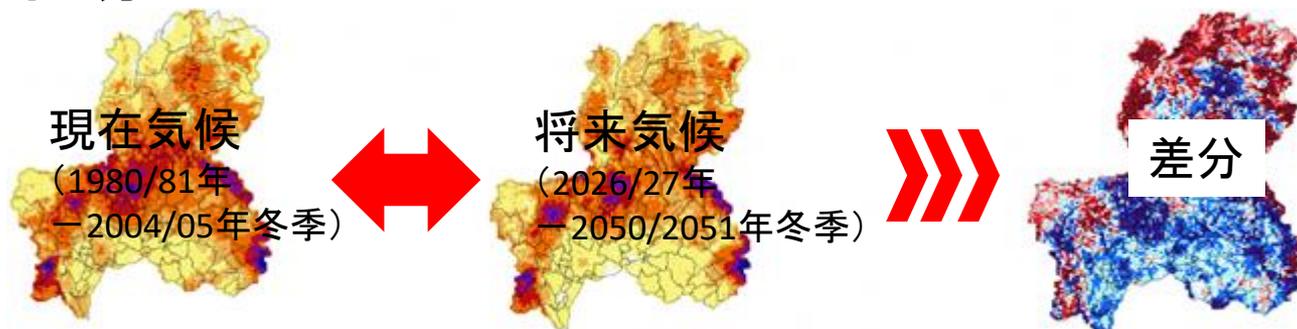
冠雪害発生危険日の判定に係る3条件(判定計算の改良モデル)(久田他 2021)

- ① 平年の最深積雪深階毎に定めた閾値以上の日降水量がある
- ② その降水日が雪である(日平均気温、日最低気温、日最高気温の関数)
- ③ その日の日最低気温が -3°C 以上である

現在気候(1980/81年-2004/05年冬季)



結果の示し方



森林冠雪害危険度の将来予測

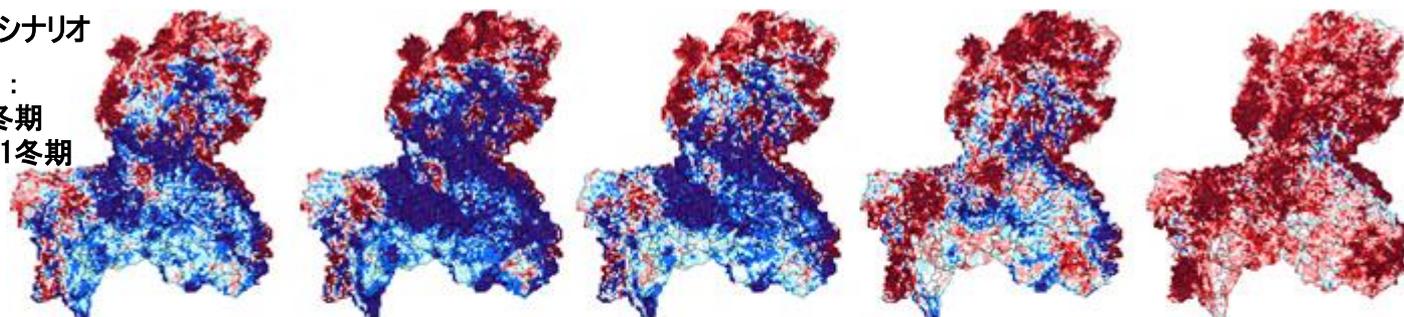
『利用した気候モデル・将来予測シナリオの種類によって推定結果に違いがありますが、おおよそ次のような傾向が示されました。』

- いずれのシナリオ(RCP2.6、RCP8.5)でも、県北部(白川村、飛騨市、高山市の一部地域)や、本巣市の根尾地域、中津川市や恵那市の一部(長野県境)は、冠雪害の危険性が増加する傾向にある。
- RCP8.5シナリオでは、県中南部域の一部では、冠雪害危険日が減少する傾向にある。
- RCP2.6でも県中南部域は同様の傾向にある。ただし、一部のモデル、シナリオ(例えば、MRI-CGCM3のRCP2.6シナリオ)では県中央部の危険性は増加するので、施業的に今後も注意が必要と考えられる。

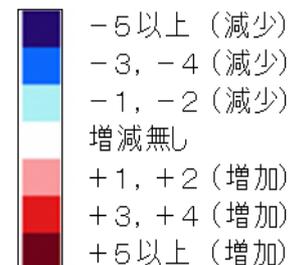
(1) CSIRO-Mk3-6-0 (2) GFDL-CM3 (3) HadGEM2-ES (4) MIROC5 (5) MRI-CGCM3

RCP2.6シナリオ

集計期間：
2026/27冬期
-2050/51冬期

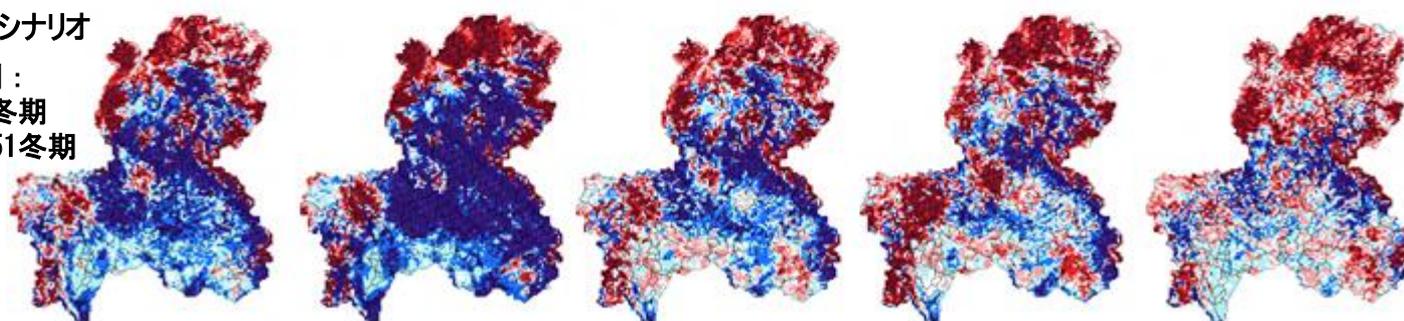


25冬季間の危険日
増加日数(将来-現在)



RCP8.5シナリオ

集計期間：
2026/27冬期
-2050/51冬期



図：森林冠雪害危険度の危険日増加日数

岐阜県森林研究所
久田善純専門研究員提供

農地雪害危険度の将来予測

本研究では、農地雪害危険日の判定手法として、Kazama et al. (2008)の手法を用いた。以下にその概要を示す。また、結果については、将来気候(1980/81年－2004/05年冬季)と現在気候(2026/27年－2050/2051年冬季)の差分を示す。

農地雪害危険日の判定手法

積雪モデル: 日平均気温、日降水量

雪害危険日: 一日の積雪量が
下表の閾値以上

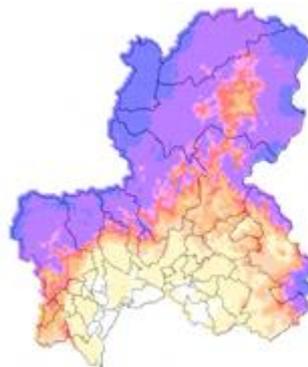
表: 農業用ハウスの限界荷重と積雪換算値

	限界荷重 (kN)	湿雪 (cm)	粉雪 (cm)
無補強ハウス	0.73	21.8	42.2
強化ハウス(STX)	1.84	55.3	107.1

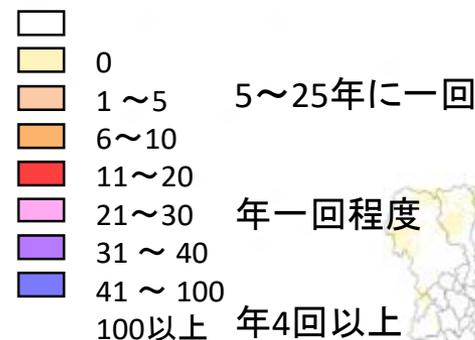
川上他(2010)の表10を一部改変

現在気候(1980/81年－2004/05年冬期)

無補強ハウス



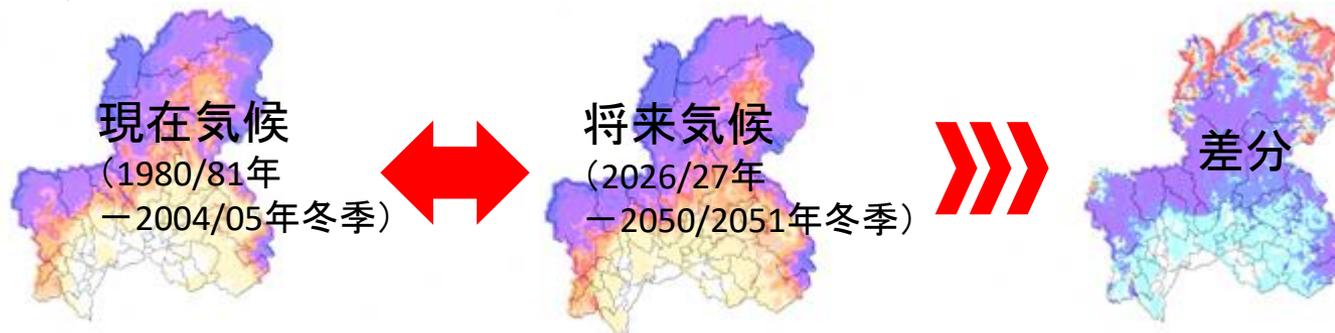
25冬季中の
雪害危険日日数



強化ハウス(STX)



結果の示し方

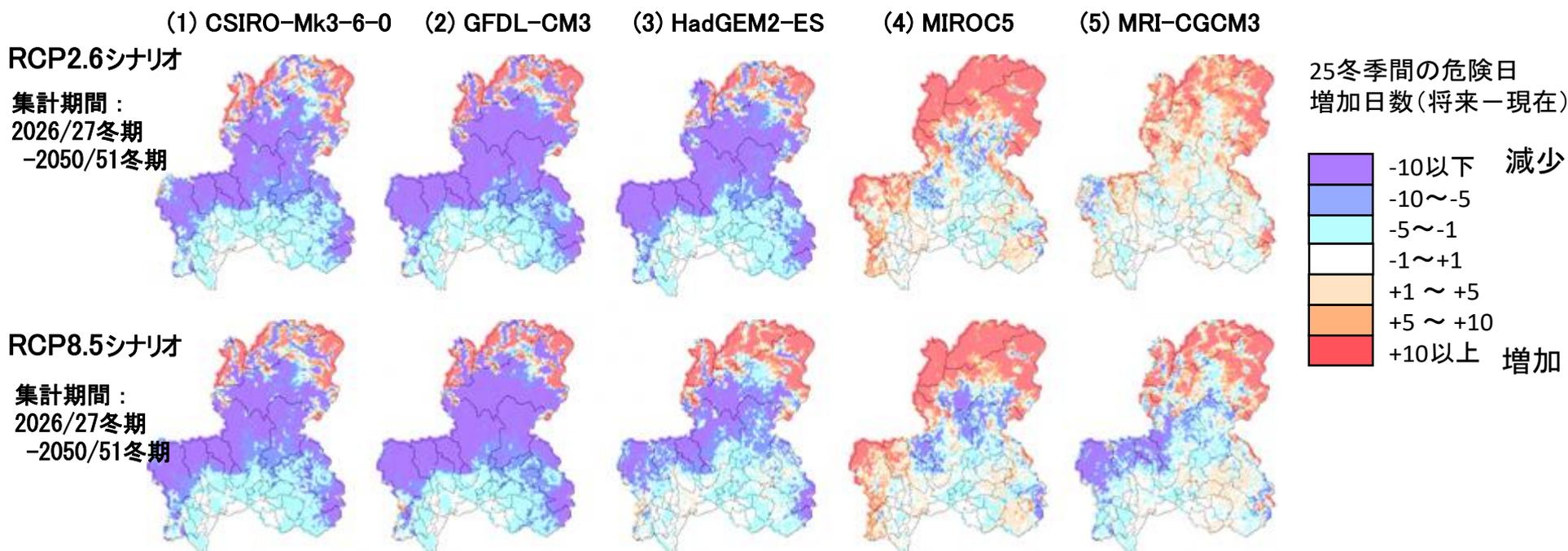


農地雪害危険度の将来予測

無補強ハウス

『利用した気候モデル・将来予測シナリオの種類によって推定結果に違いがありますが、おおよそ次のような傾向が示されました。』

- いずれのシナリオ(RCP2.6、RCP8.5)でも、県北部(白川村、飛騨市、高山市の一部地域)は、農地雪害の危険性が増加する傾向にある。
- いずれのシナリオ(RCP2.6、RCP8.5)でも、県中南部域では、農地雪害危険日が減少する傾向にある。
- 一部のモデル、シナリオ(例えば、MIROC5のRCP2.6、RCP8.5シナリオ)では、県西部(揖斐川町、本巣市)で危険性が増加する傾向にある。



図：農地雪害危険度の危険日増加日数

今後の課題と提言

森林・中山間農業における雪害・風害リスクの将来予測における今後の課題

- 森林雪害の将来予測値については、森林側の条件(樹種、林分密度、樹冠形状、地形、土壌条件)を考慮することで、さらに高精度の雪害リスク評価が可能となると考えられる。
- 本研究では1kmメッシュでの雪害危険度マップを作成したが、市町村自治体での利用を考慮すると、さらなる高空間分解能化が期待される。
- ビニールハウスの風害については、日データでの検出は困難であり、時間別データなど、時間分解が高いデータによる解析が必要と考えられる。

雪害の影響評価と雪害対策への提言

将来的に雪害危険度が高い地域においては、森林の適切な密度管理、農地のハウス強化などの事前対策が望まれる。

謝辞

本研究は岐阜大学地域環境変動適応研究センター、岐阜県森林研究所および岐阜県中山間農業研究所との共同研究として実施された。2019年5月の「岐阜県中山間農業研究所」訪問時に岐阜県中山間農業研究所の鍵谷俊樹所長および宮本善秋作物・果樹部長に農業用ハウスに関する貴重な情報を提供いただいた。現在気候データとして農研機構メッシュ農業気象データを、将来予測データの作成に農研機構・日本全国1km統計DSデータを利用した。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

川上暢喜・鍵谷俊樹・徳原功(2010) 載荷実験による農業用パイプハウスの鉛直雪荷重に対する耐力評価, 岐阜県中山間農業研究所報告, 6, 18-25

久田善純・原田守啓・斎藤琢・丸谷靖幸(2021) 農研機構メッシュ農業気象データを用いた岐阜県スギ人工林冠雪害危険度マップの作成, 岐阜県森林研研報, 50, 1-9

Kazama S., Izumi H., Sarukkalige P.R., Nasu T., Sawamoto M. (2008) Estimating snow distribution over a large area and its application for water resources. Hydrological Processes, 22, 2315-2324