

## 飯綱高原のカラマツ人工林における 2018～2019 年の気象観測

栗林正俊<sup>1</sup>・浜田 崇<sup>1</sup>

本報告では、森林生態系の炭素収支の気候変動応答を評価することを念頭に置いて、長野県環境保全研究所（飯綱庁舎）の敷地のカラマツ人工林の林内と林外に自動気象観測機器を設置し、2018～2019年の気温、相対湿度、降水量、積雪深を観測して比較した。この結果、林内は林外に比べて、日最高気温が低いこと、日最低相対湿度が高いこと、降水量が少ないこと、根雪期間が長いことなどが明らかになった。また、令和元年東日本台風が襲来した2019年10月12日は、日降水量が林外で155mm、林内で104mmで、飯綱高原においても記録的豪雨であったことが示された。

キーワード：カラマツ人工林、飯綱高原、気象観測、林内、林外

### 1 はじめに

長野県は2019年4月1日に信州気候変動適応センターを設置し、2019年12月6日に長野県は全国の都道府県で初めて気候非常事態を宣言した。この中で2050年のCO<sub>2</sub>排出量を実質ゼロにする決意が示されている。CO<sub>2</sub>排出量を実質ゼロにする上で、森林吸収源対策は有効な手法の1つとされている。長野県は全国3位の森林面積を有し、民有林の樹種別面積ではカラマツ (*Larix kaempferi*) が1位で27%を占める<sup>1)</sup>。カラマツは冷涼で乾燥した気候を好むことから、戦後の拡大造林期に長野県内に多く植林されたが、伐期の延長傾向もあり、2019年9月現在で11齢級（植栽年を1年生とする林齢で51～55年生）以上の高齢林の面積割合が88%と非常に高くなっている<sup>1)</sup>。樹木のCO<sub>2</sub>吸収量は、広葉樹よりも針葉樹、高齢木よりも若齢木の方が多いたことが知られており<sup>2)</sup>、長野県のカラマツは伐採して植林することで2050年のCO<sub>2</sub>吸収量の大幅な増加が見込める。しかし、長野県のカラマツ人工林を対象に気候変動とCO<sub>2</sub>吸収量の関係性を評価した研究はほとんどない。そこで、長野県環境保全研究所では、森林生態系の気候変動応答、およびカラマツ人工林の炭素収支に対する森林管理の効果を評価する研究プロジェクトを立ち上げた。

カラマツは我が国で唯一の落葉針葉樹で、展葉・落葉のタイミングはCO<sub>2</sub>吸収量を推定する上で重要である。一般的に落葉樹の展葉・落葉のタイミングは気温に明敏に応答することが知られており、カ

ラマツも例外ではない。例えば、只木らは美ヶ原の西斜面のカラマツ林を対象に、カラマツの展葉・落葉のタイミングと積算気温の関係を解析し、標高に応じた違いを評価している<sup>3)</sup>。しかしながら、ほとんどの既往研究は林外の気温から積算気温を計算しており、林内と林外の気象条件の違いは考慮されていない。また、一口にカラマツ林と言っても、低木や下草には様々な種類が存在していて<sup>4)</sup>、これらの植物の活動も森林生態系としてのCO<sub>2</sub>吸収量を考える上で無視することはできない。各植物の活動には、気温以外にも様々な気象要素が関係していると考えられ、林内においても包括的な気象観測を行うことが重要である。そこで、本報告では、カラマツ人工林の気象条件が林内と林外でどの程度異なるのかを定量的に評価することを目的とする。

### 2 方法

長野市北西部の飯綱高原に位置する長野県環境保全研究所（飯綱庁舎）は、飯縄山（標高1,917m）の南東斜面上の北緯36°43′21″、東経138°9′24″、標高1,030mに1996年に竣工し、周囲には高原状の小起伏火山麓斜面が発達する。周辺の植生は林床にクマイザサが密生したカラマツ人工林であるが、小規模な湿潤地や流水にはハンノキ、ハルニレを交えた湿性林がみられるほか、一部にはクリ・コナラ林、ドイツトウヒ植林もみられる<sup>4)</sup>。このカラマツ人工林の林内と林外に、表1に示した自動気象観測機器を設置した。林外の気象観測は

1 長野県環境保全研究所 自然環境部 〒381-0075 長野市北郷2054-120

表1 長野県環境保全研究所(飯綱庁舎)の林内と林外に設置した気象観測機器

測定要素	設置個所	品名	メーカー	型番	測定間隔	記録	備考
気温・ 相対湿度	林内	温湿度センサー	VAISALA社	HMP155	1秒	10分平均	地上高1.8mに設置 強制通風式
	林外	温湿度センサー	VAISALA社	HMP45	1秒	10分平均	地上高2.4mに設置 強制通風式
降水量	林内	転倒まず型雨量計 (一転倒0.2 mm)	Davis社	7852-II	—	10分積算	地上高0.45mに設置 助炭なし、ヒーターなし 無雪期のみ稼働
	林外	転倒まず型雨量計 (一転倒0.5 mm)	大田計器社	No.34-T	—	10分積算	地上高8.0mに設置 助炭あり、ヒーターあり
積雪深	林内	超音波式 レベルセンサー	NovaLynx社	260-700	60秒	10分平均	地上高2.08mに設置
	林外	超音波式 レベルセンサー	Cambell社	SR50A	10秒	10分平均	地上高3.10mに設置

2002年頃から継続して行われているが<sup>5)</sup>、林内の気象観測は2018年8月に開始したので、解析対象期間は2018年8月18日～2019年12月23日とした。林内と林外の観測点の水平距離は60m程度で、標高差は10mに満たない。一般的に、気温は標高が100m高くなると約0.65℃低下するので、林内と林外の観測点の標高の違いに伴う気温の差は0.065℃以下と考えて問題ない。

### 3 結果

林内と林外の気温は、日平均値と日最低値に比べて日最高値は差が大きく、林外の方が林内よりも2℃程度高い日がある(図1)。また、林内と林外の日最高気温の差は、日毎の変動も大きく、寒候期に比べて暖候期の方が相対的に大きい。この原因として、暖候期はカラマツの葉が茂っているので、林外に入射する日射が少なく、林内の気温が林外に比べて上昇しにくいことが考えられる。日平均気温についても、林外の方が林内よりも若干高く、この差は暖候期の方が寒候期よりも相対的に大きい。日最低気温については、むしろ林外の方が林内よりも低い日が多い。

林内と林外の相対湿度は、日最高値と日平均値に比べて日最低値は差が大きく、林外の方が林内よりも15%程度低い日がある(図2)。また、相対湿度は基本的に林外の方が林内よりも低く、この差は寒候期に比べて暖候期の方が相対的に大きい。この原因として、暖候期には葉が茂っているので、蒸散に

より林内の水蒸気量が多くなっていることが考えられる。

林内と林外の日降水量は、林外の方が林内よりも多い(図3)。これは、林内の降水量は樹冠で遮断蒸発されていることを示唆している。積雪期を除く解析期間全体としての樹冠透過割合は65.7%で、34.3%が遮断蒸発されたと考えられる。樹冠透過割合は、葉が茂っている暖候期の方が小さいと考えられるが、林内の雨量計は無雪期のみ観測値しかないので、葉の有無による樹冠透過割合の違いは分からなかった。なお、長野市等で記録的災害をもたらした令和元年東日本台風が襲来した2019年10月12日は、長野地方気象台で日降水量132mmを記録し、1889年の観測開始以降で史上最高となったが、飯綱高原においても林外で155mm、林内で104mmの日降水量を記録した。

林内と林外の日最大積雪深は、積雪期前半の積雪深が増加していく時期にまとまった降雪があった時だけは、林外の方が林内よりも多いが、積雪期全体を通じてほぼ林外の方が林内よりも少ない(図4)。林外と林内の差(林外-林内)は、日最大積雪深が最高を記録した2019年1月28日の3.8cmから徐々に減少していき、2019年4月4日には-24.2cmとなり、その後は急速な融雪で0になった。連続して日最大積雪深1cm以上の期間を根雪期間とすると、林外の根雪期間は2019年12月12日～2020年3月28日、林内の根雪期間は2019年12月12日～2020年4月14日で、林外の方が林内よりも17日短かった。この原因として、林内は枝や幹に

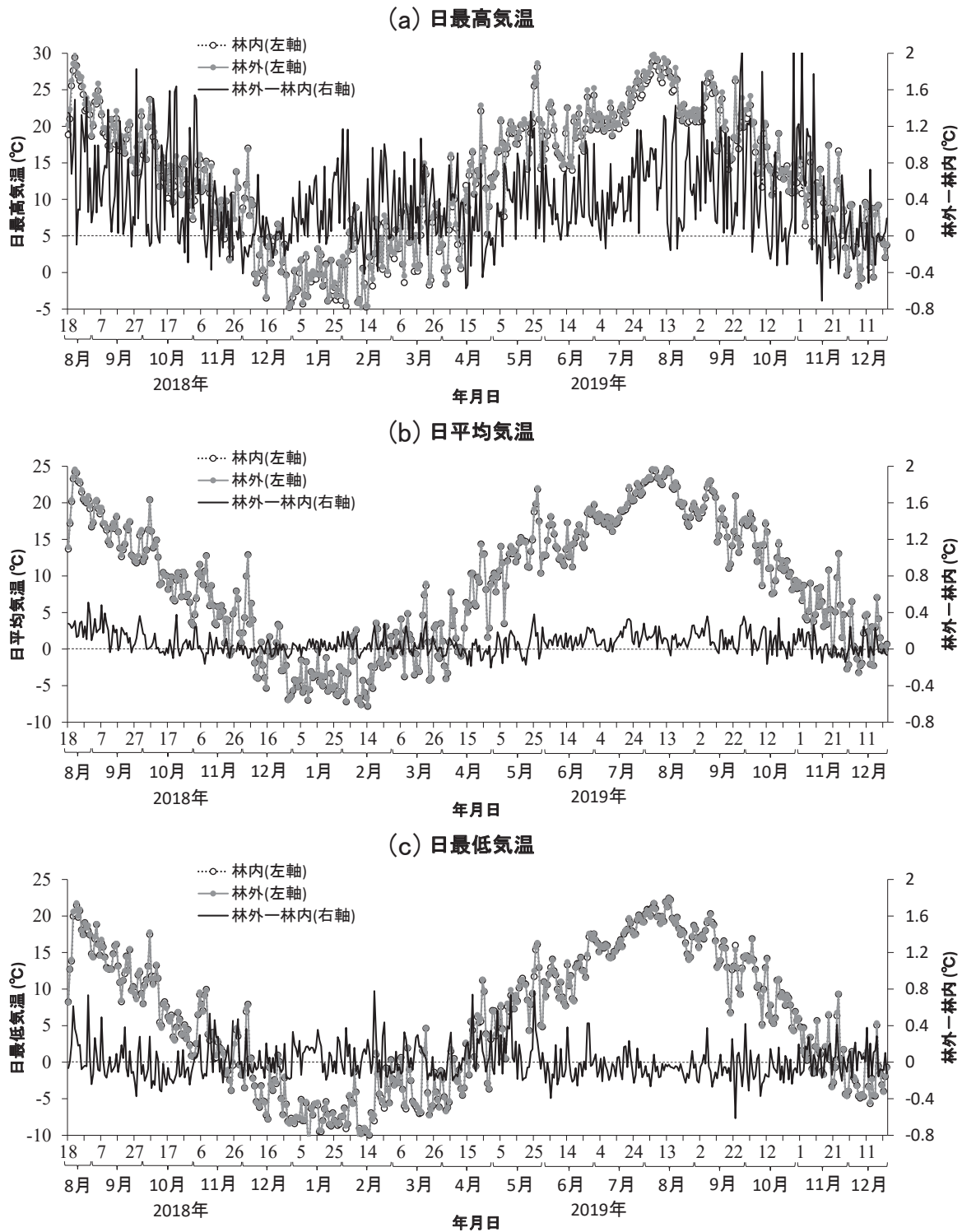


図1 気温の日別値に関する林内と林外の比較 (a) 日最高気温, (b) 日平均気温, (c) 日最低気温

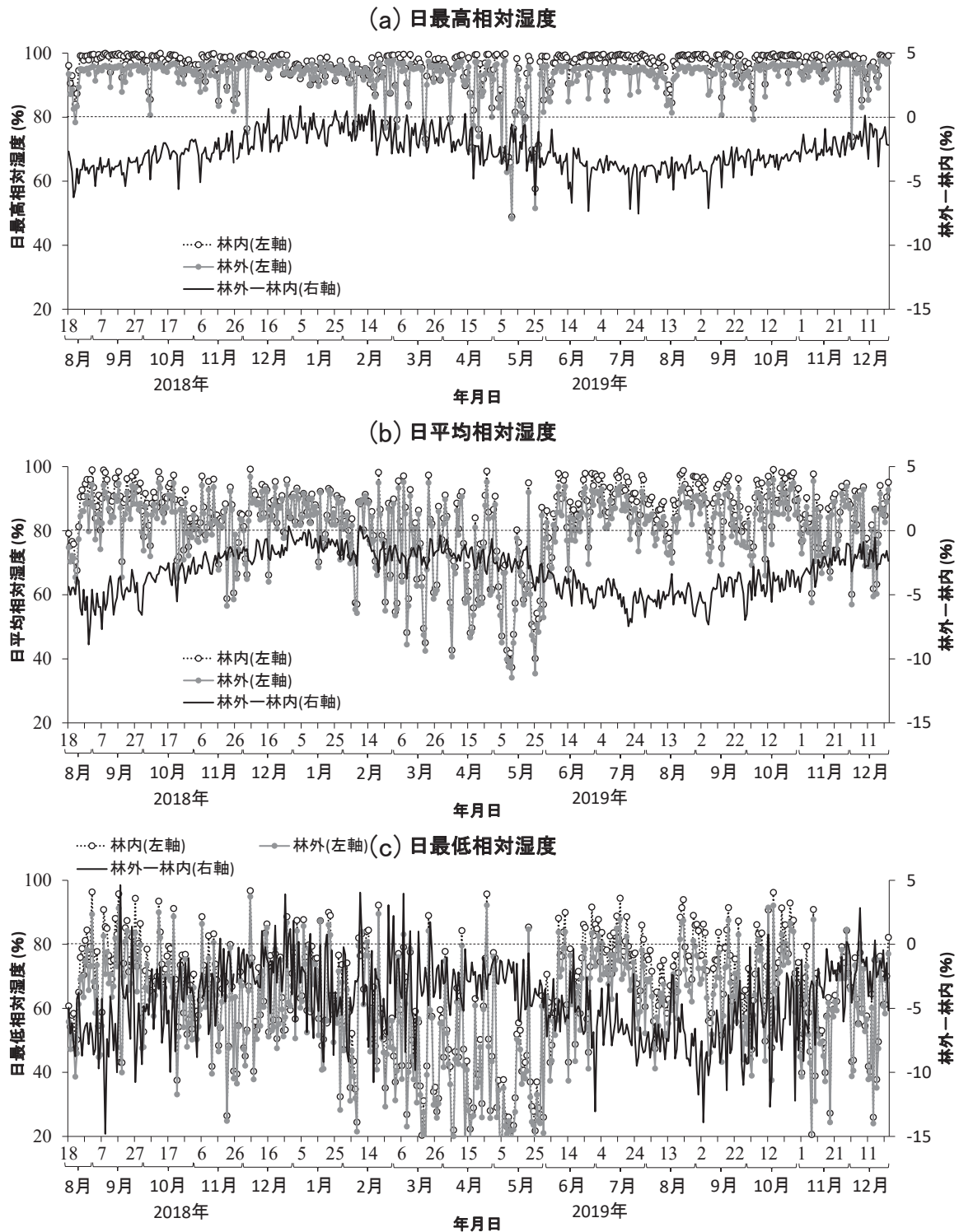


図2 相対湿度の日別値に関する林内と林外の比較 (a) 日最高相対湿度, (b) 日平均相対湿度, (c) 日最低相対湿度

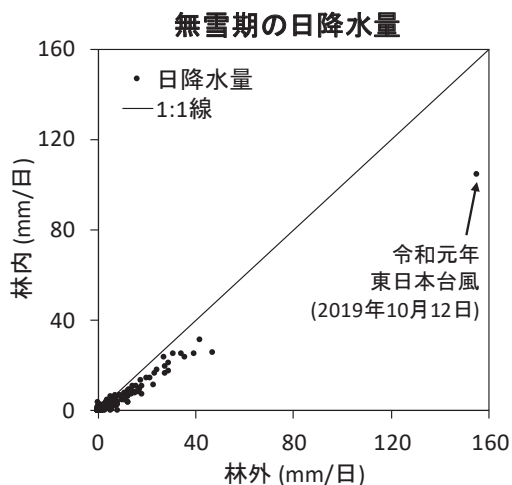


図3 無雪期の日降水量に関する林内と林外の比較

着雪する分だけ雪が積もりにくい反面、日射も遮られるので、林外に比べて雪が積もりにくく融けにくいことが考えられる。ただし、林外の超音波積雪深計の設置地点は、日当たりの良い北東側の林縁部に位置していて、林外の中でも特に雪が積もりにくく融けやすいことが指摘されており<sup>6)</sup>、林外の広場の中心点と林内で比較すると前述の林内と林外の差はもう少し小さい可能性がある。

#### 4 おわりに

本報告では、長野県環境保全研究所(飯綱庁舎)

の敷地のカラマツ人工林における林内と林外の気象要素について比較した。概して、林内は林外に比べると、気温は低く、相対湿度は高く、降水量は少なく、根雪期間が長い、という結果であった。カラマツの展葉・落葉のタイミングと積算気温の関係を評価する上で、積算気温の計算に日平均気温や日最低気温を用いる場合には林内と林外の違いは問題にならないが、日最高気温を用いる場合には林内と林外の違いも考慮する必要がある。また、林内の方が林外よりも根雪期間が長いことは、林内の下層植生の光合成可能期間が林外の草地よりも短いことを意味しており、下層植生がササなど常緑草本に覆われたカラマツ林の炭素収支を考える場合には重要と思われる。今後は、気温や降水量に関する林外と林内の差について、葉面積指数との関係を解析することで、植物の活動と林内の気象条件の関係を定量的に評価することが課題である。また、カラマツ人工林の炭素収支の気候変動応答、および森林管理が炭素収支に与える効果を評価するために、カラマツの展葉・落葉のタイミングと積算気温の関係を定式化して陸域生態系モデルに組み込み、モデルの再現精度を向上させることも課題である。

#### 謝 辞

本研究は、(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20182R03)により実施された。

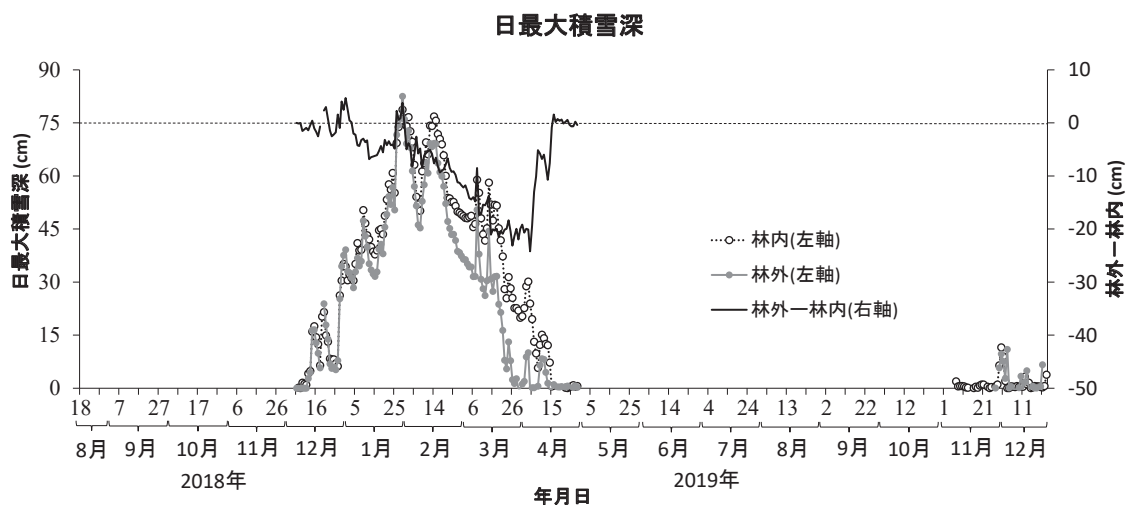


図4 日最大積雪深に関する林内と林外の比較

文 献

- 1) 長野県林務部, 長野県民有林の現況, <<https://www.pref.nagano.lg.jp/rinsei/sangyo/ringyo/toukei/minyurin/documents/r1genkyou.pdf>> (2020年1月確認)
- 2) 長野県, 長野県「森林の里親促進事業」CO<sub>2</sub>吸収量等算定基準, <[https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/sangyo/ringyo/seibi/ninsho/documents/h280209\\_santeikijun.pdf](https://www.pref.nagano.lg.jp/shinrin/sangyo/ringyo/seibi/ninsho/documents/h280209_santeikijun.pdf)> (2020年1月確認)
- 3) 只木良也・北村秀夫・蟹江清丞・佐野弘美・重松明子・大津慎一 (1994) 標高に伴うカラマツの葉の開葉と落葉の挙動, 日本生態学会誌 44:305-314.
- 4) 尾関雅章・大塚孝一・浜田崇 (2003) 長野市飯綱高原のカラマツ人工林の森林構造, 長野県自然保護研究所紀要 6:45-48
- 5) 浜田崇・北野聡・富樫均 (2005) 2002～2004年の飯綱高原における気象観測結果, 長野県環境保全研究所研究報告 1:57-61
- 6) 田中博春・浜田崇 (2014) 長野県環境保全研究所飯綱庁舎における積雪深連続観測地点近傍の積雪深分布, 長野県環境保全研究所研究報告 10:49-53

Meteorological observations at an artificial Japanese larch forest  
over Iizuna Plateau during 2018-2019

Masatoshi KURIBAYASHI<sup>1</sup>, Takashi HAMADA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Natural Environment Division, Nagano Environmental Conservation  
Research Institute, 2054-120 Kitago, Nagano 381-0075, Japan