

平成29年度 地域連携活動報告書

連携先名称	長野県 伊那市	担当教員	森林総合科学科 上原 巖
活動状況	終了	関連教員	地域創成科学科 宮林茂幸 町田怜子
協定締結日	2016/12/27	-	
活動内容	<p>2016年度に引き続き、2017年度も、伊那市から研究助成を受け、下記の3題の研究を行うことができた。</p> <p>1. カラマツの木酢液の抗菌作用 実験の結果、大腸菌に対する抗菌効果では、1%溶液（100倍希釈）の抗菌作用が強く認められ（<math>p &lt; 0.001</math>）、次いで0.1%溶液（1000倍希釈）の抗菌作用が認められた（<math>p &lt; 0.01</math>）。黄色ブドウ球菌に対する抗菌作用では、いずれの希釈液でも抗菌作用が認められた（1%溶液：<math>p &lt; 0.001</math>、0.1%、0.01%溶液：<math>p &lt; 0.01</math>）。これらの結果から、カラマツの木酢液には、1%溶液であれば、明確な抗菌作用が得られることが示された。</p> <p>2. 冬季の伊那市内の高標高のカラマツ林における森林散策前後の生理変化 1月初旬に、伊那市郊外の標高約1200mのカラマツ林にて森林散策を行い、その生理変化を調べた。血圧、脈拍数、唾液アミラーゼ（ストレス指標）のいずれも個人差が大きく、ばらつきがみられたものの、森林散策後には、唾液アミラーゼが低下し、またその標準偏差も収束する結果が得られた。</p> <p>3. 簡易散策路設定における林床の硬度変化 カラマツ林内の斜面を5人で数ルート歩き、歩行前後の林床の硬度変化を調べた。統計的な有意差は得られなかったものの、歩行後には硬度の増加がみられ、このことから、アスファルト舗装などを用いない、簡易的な散策路の設定の指針を得ることができた。</p>		
活動成果	<p>1. カラマツ木酢液の抗菌作用の研究結果については、2017年10月に開催された関東森林学会にて口頭発表し、日本森林学会誌「森林保健研究」Vol.2に掲載され、雑誌「森林レクリエーション」に掲載予定である。</p> <p>2. 冬季の品市内の高標高のカラマツ林における森林散策前後の生理変化の研究結果については、雑誌「森林レクリエーション」に掲載予定のほか、2018年9月に開催される日本カウンセリング学会にて、口頭発表を行う予定である。</p> <p>3. 簡易散策路設定における林床の硬度変化についての研究結果については、雑誌「森林レクリエーション」に掲載予定である。</p>		
課題・改善点	<p>本委託研究は、教員が単独で実施することが多かったが、本来は、研究室の学生実習も兼ねて行う予定であった（台風のため、調査実習がとりやめ）。今後は、研究室、あるいは学科単位での支援も行うことができればと考えている。</p>		

2017 年度

長野県伊那市との広域連携  
研究報告

東京農業大学  
地域環境科学部  
森林総合科学科  
上原 巖

2018. 3. 30

昨年2016年度に引き続き、本2017年度も、伊那市から研究助成を受け、下記の3題の研究を行うことができましたので、ご報告と同時に、重ねまして厚く御礼申し上げます。

1. カラマツの木酢液の抗菌作用（7月～8月）
2. 冬季の伊那市内の高標高のカラマツ林における森林散策前後の生理変化（1月）
3. 簡易散策路設定における林床の硬度変化（1月）

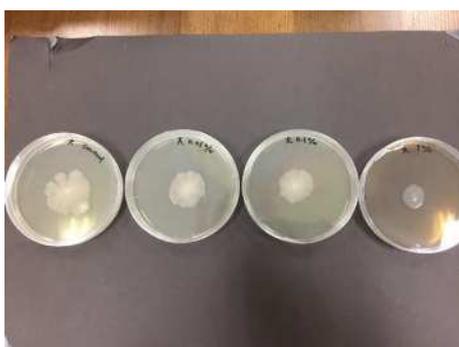
### 1. カラマツの木酢液の抗菌作用（1月～3月）

樹木から木炭製造の際に採取される木酢液の効用としては、土壌改良をはじめ、農業における殺虫剤としての効果も多数報告されてきている。

本研究では、カラマツの木酢液に着目し、その抗菌効果について、調べた。抗菌試験には、農大の菌株保存室に試験菌としてストックしてある大腸菌 (*Escherichia coli*) と黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus subsp. aureus*) を用いた。

培地は、LB 寒天培地 NaCl 5 g、Tryptone 5 g、Yeast extract 2.5 g、Agar 5 g each item g/500ml) を使い、カラマツ木酢液を1%、0.1%、0.01%に希釈したものを培地に混ぜて作成し、それぞれの培地に大腸菌、黄色ブドウ球菌を接種し、毎週、菌体の拡大率を測定した。

繰り返し数 (n) は、10 とした。



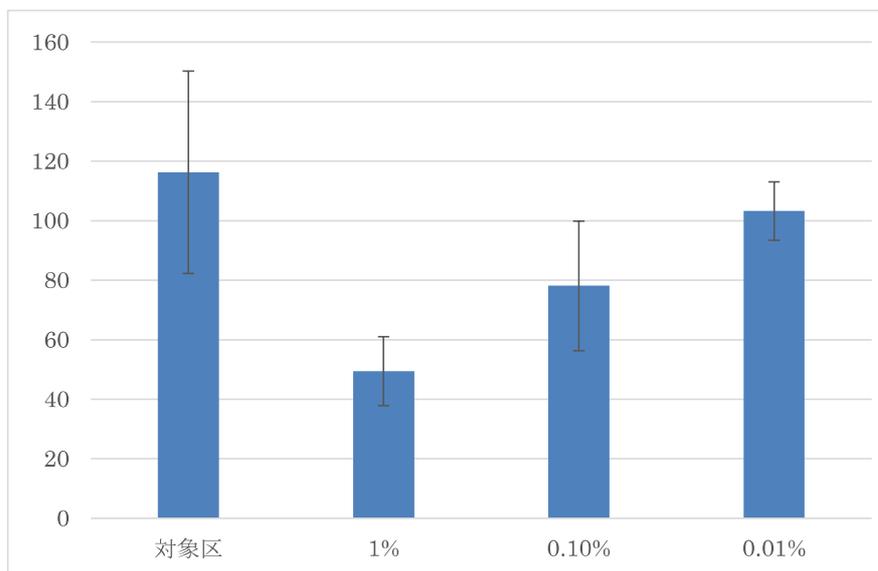
接種後3週間の大腸菌の菌体  
左から対象区、0.01%、0.1% 1%希釈



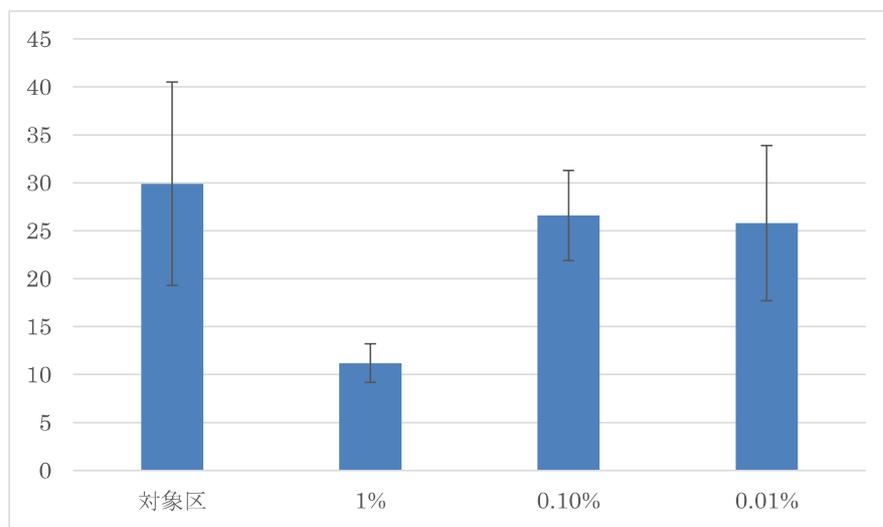
接種後3週間のブドウ球菌の菌体  
左から対象区、0.01%、0.1% 1%希釈

大腸菌、黄色ブドウ球菌を接種後3週間の、それぞれの菌体拡大率を以下の図に示す。

いずれも、木酢液を混入しなかった対象区よりも、面積拡大率が低く、菌の不活性が認められ、すなわち抗菌作用を認めることができた。特に1%希釈の抗菌効果が著しかった。



大腸菌の面積拡大率 (倍)



黄色ブドウ球菌の面積拡大率 (倍)

カラマツの木酢液には、独特の甘い芳香があり、今後は、その芳香を活かした抗菌目的、場所の開拓がキーポイントとなるものと考えられた。

以上の結果は、2017年10月に開催された関東森林学会にて口頭発表し、日本森林学会誌「森林保健研究」Vol.2に掲載され、雑誌「森林レクリエーション」に掲載予定である

森林保健研究に掲載された論文（英文）は、下記の通りである。

### **Antibacterial effects of pyroligneous acid of *Larix kaempferi***

カラマツ木酢液の抗菌効果

Iwao UEHARA<sup>\*1</sup>, Megumi TANAKA<sup>\*1</sup>

上原 巖<sup>\*1</sup>, 田中 恵<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Forest Science, Tokyo University of Agriculture, Setagaya, Tokyo 156-8502

<sup>\*1</sup> 東京農業大学 森林総合科学科

**Abstract:** Pyroligneous acid (wood vinegar) is produced as by-product in the making of charcoal. It has been utilized as a soil improvement material, agricultural chemical, and deodorant. However, its antibacterial effects are not yet clear and each tree species has different antibacterial effects. *Larix kaempferi* is only one species which is an autogenous deciduous conifer in Japan. It has a strong aroma and it has been supposed that it has a strong allelopathy effect too. This study focused on the antibacterial effects of the pyroligneous acid of *Larix kaempferi* and we attempted some basic experiments. 1% and 0.1% solution of pyroligneous acid showed antibacterial effects ( $p < 0.001$ , 0.01) against *Escherichia coli*. 1%, 0.1%, 0.01% solutions showed an effect against *Staphylococcus aureus*. These results suggest that pyroligneous acid of *Larix kaempferi* has certain antibacterial effects.

**Key-words:** *Larix kaempferi*, Pyroligneous acid, antibacterial effects

**要旨:** 木炭の製造過程で生じる木酢液 (Pyroligneous acid, Wood vinegar) は、土壌改良材や農薬の代替液として、また消臭剤として用いられている。しかしながら、その抗菌作用については、いまだに諸説があり、樹種によってもその効果は様々である。カラマツ (*Larix kaempferi*) は、日本に自生する唯一の落葉針葉樹であり、その芳香も強く、アレロパシー作用を有していることが推察されている。本研究では、そのカラマツの木酢液に着目し、その抗菌効果についての基礎的研究を行うことを目的とした。実験の結果、大腸菌に対する抗菌効果では、1%溶液 (100倍希釈) の抗菌作用が強く認められ ( $p < 0.001$ )、次いで0.1%溶液 (1000倍希釈) の抗菌作用が認められた ( $p < 0.01$ )。黄色ブドウ球菌に対する抗菌作用では、いずれの希釈液でも抗菌作用が認められた (1%溶液:  $p < 0.001$ , 0.1%, 0.01%溶液:  $p < 0.01$ )。これらの結果から、カラマツの木酢液には、1%溶液であれば、明確な抗菌作用が得られることが示された。

**キーワード:** カラマツ, 木酢液, 抗菌効果

## I. Introduction

Pyroligneous acid (wood vinegar) is produced as by-product in the making of charcoal. It has been utilized as a soil improvement material, agricultural chemical, and deodorant (1,2,3). However, its antibacterial effects are not yet clear, and each tree species has a different antibacterial effect. *Larix kaempferi* is only one species which is an autogenous deciduous conifer in Japan. It has a strong aroma and it has been supposed that it has a strong allelopathic effect as well. This study focused on the antibacterial effects of pyroligneous acid of *Larix kaempferi* and we attempted basic experiments.

## II. Materials and Methods

Sample of pyroligneous acid was made from branches of a 50-year-old *Larix laempferi*. It was located approximately 1200m above sea level in Takato area of Ina city, Nagano Prefecture. Charcoal temperature was 450 °C. The pH of pyroligneous acid was indicated to be 4.01.

Methods of culturing the bacteria are explained in detail below.

### 1. Solution:

The solution for the culture medium was made from a LB culture medium (NaCl 5g, Tryptone 5g, Yeast extract 2.5g, and Agar 5g in 500ml) and 1%, 0.1%, 0.01% pyroligneous acid (Figure 1). In addition, we set three control groups. One is a plain solution; the others had added HCl in order to test the antibacterial effects without the strong acidity of pyroligneous acid. The solution was sterilized by an autoclave and 20ml of the solution was added to a culture dish (8.5cm diameter) (Figure 2).



Figure 1. The solution for the culture medium



Figure 2. Solutions in culture dishes

#### **Examined bacterium and culturing method:**

Since *Eschewrichia coli* and *Staphylococcus aureus subsp.aureus* exist in everyday life they were selected as the bacteria to be examined. Each of the 10 $\mu$ l of bacterium was put on the center of the culture dish (Fig.3). Once the preparation of the culture dishes were completed they were cultivated for one month (average temperature was 28 °C). The area of the growing bacterium for the repeated 10 culture dishes and the 10 control dishes were measured every week.

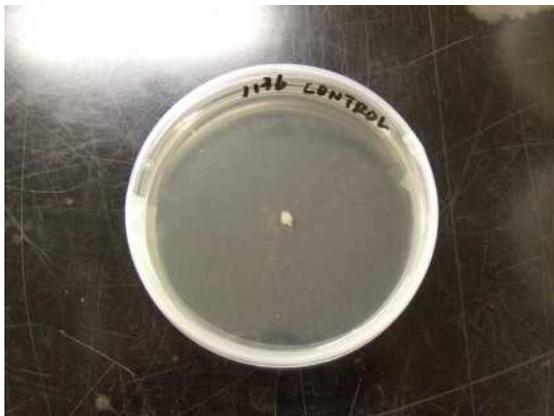


Figure 3. 10 $\mu$ l of bacterium on the culture dish

#### **2. Method of measuring growing rate of bacterium**

To measure the growth rate of the bacterium, we measured the long and short diameter of the bacterium and calculated the area (Fig.4, 5, 6).



Figure 4. Measuring the long and short diameter of the bacterium

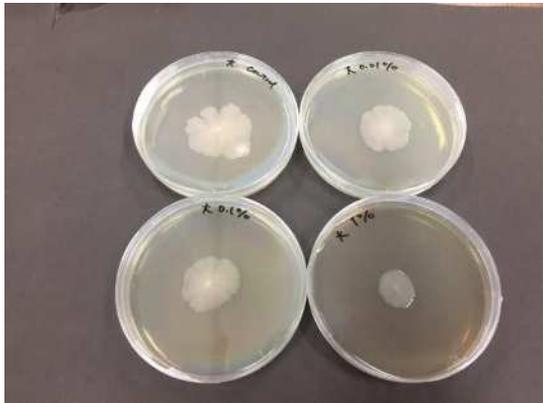


Figure 5. *Escherichia coli*. bacterium conditions after 4 weeks cultivation  
 Clock-wise from the above left, control, 0.01%, 1%, and 0.1% solutions of pyroligneous acid.



Figure 6. *Staphylococcus aureus* bacterium conditions after 4 weeks cultivation  
 Clock-wise from the above left, control, 0.01%, 1%, and 0.1% solutions of pyroligneous acid.

### III. Results and discussion

#### 1. Antibacterial effect for *E.coli*

The change of rates for the extended bacterial area of *E. coli* is shown in Figure 7. Antibacterial effects were regarded by 1% ( $p < 0.001$ ) and 0.1% solutions ( $p < 0.01$ ). However, 0.01% solution did not show the antibacterial effect.

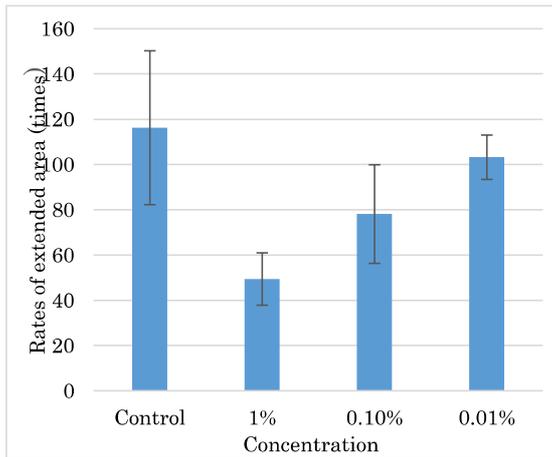


Figure 7. The effect of pyroligneous acid on the growth rate of *Escherichia coli*.

Next, the changes of the bacterial area among different pyroligneous acid concentrations in solutions that included HCl (same acidity of pyroligneous acid) were pH 4.94, 6.66, 6.95 are shown in Figure 8, respectively. Even in pH of 4.94, pyroligneous acid plus HCl solution showed significantly higher antibacterial effects compared to the control. However, in other HCl solutions, antibacterial effects were not statistically different. These results suggest that 1% of pyroligneous acid may have certain antibacterial effects against *E.coli* regardless of its strong acidity.

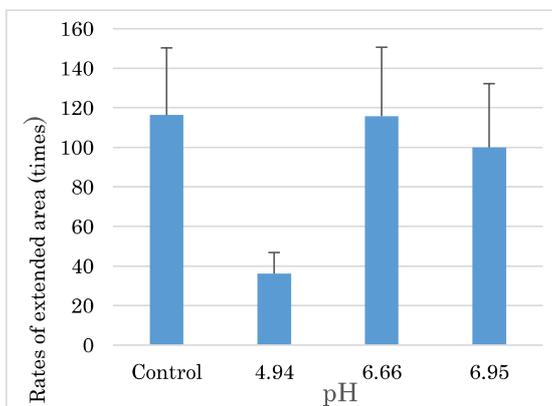


Figure 8. The effect of HCl solutions which are same acidity of pyroligneous acid on the growth rate of *Escherichia coli*.

### 1. Antibacterial effect for *Staphylococcus aureus*

The changes of the bacterial area of *S. aureus* are shown in Figure 9. All concentrations of pyroligneous acid showed significant antibacterial effect.

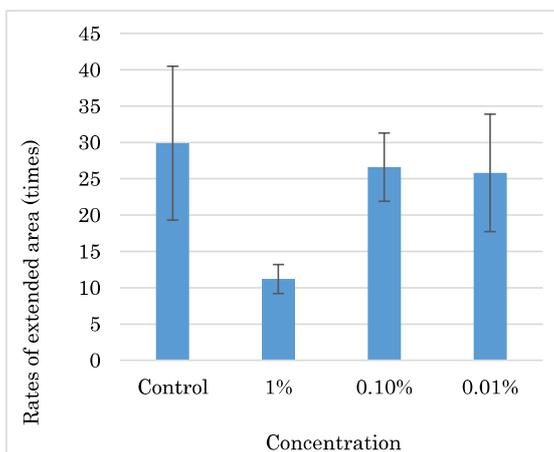


Figure 9. The effect of pyroligneous acid on the growth rate of *Staphylococcus aureus*

The antibacterial effects of pyroligneous acid in solutions including HCl (same acidity as pyroligneous acid) are shown in Figure 10. In the solutions antibacterial effects were statistically different between different concentrations of pyroligneous acid. These results suggested the antibacterial effects of pyroligneous acid are effective against *Staphylococcus aureus*. Also, the antibacterial effects might be different among different bacteria species.

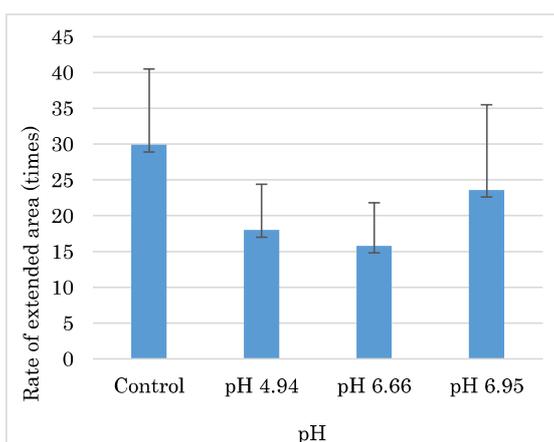


Figure 10. The effect of HCl solutions which were same acidity of pyroligneous acid on the growth rate of *Staphylococcus aureus*

#### IV Conclusion

This preliminary study suggests that pyroligneous acid made from *Larix kaempferi* could have antibacterial effects to some extent. Therefore, it will be helpful for a practical antibacterial solution. However, the effects may vary depending on the bacteria species. We need to test the effects against various bacterial species in order to confirm the antibacterial efficacy.

In addition, the pyroligneous acid of *Larix kaempferi* has a sweet aroma. Developing methods of utilization of the pyroligneous acid may have other beneficial possibilities as well.

#### Acknowledgement

This research was receipt of a scientific grant from Ina city in 2016. We also thank Mr. Daniel BURKE who was a guest student from Rutgers University, for assistance in translation.

## 2. 冬季の伊那市内の高標高カラマツ林における森林散策前後の生理変化（1月）

2018年1月5日（金）、伊那市高遠 藤沢地区（千代田湖周辺：標高約1200m）での森林散策前後の血圧（最高・最低）、脈拍数、ストレス数値（唾液アミラーゼ）の変化を調査した。被験者となっていた伊那市耕地農林課の皆様方におかれては、仕事始めの多忙な時に、貴重なお時間を割いて調査にご協力いただいた。ここに重ねて厚く御礼申し上げる次第である。

### 1. 当日の概要

天気 曇り 風あり

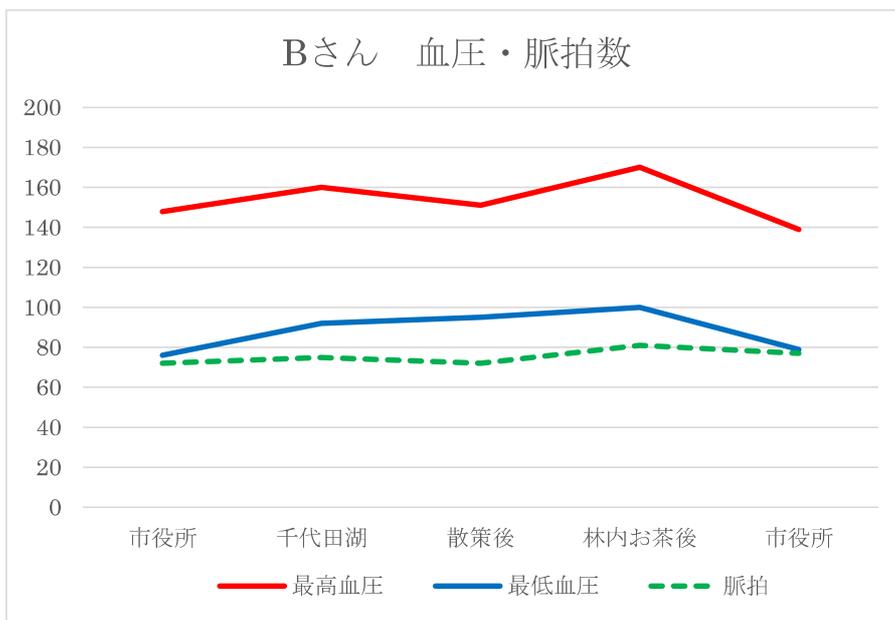
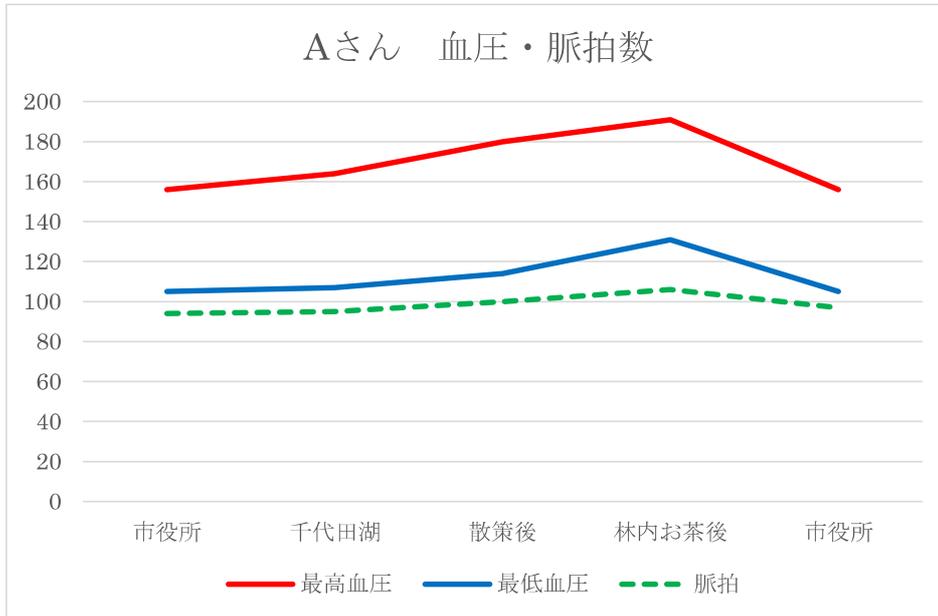
気温 伊那市役所内 20℃

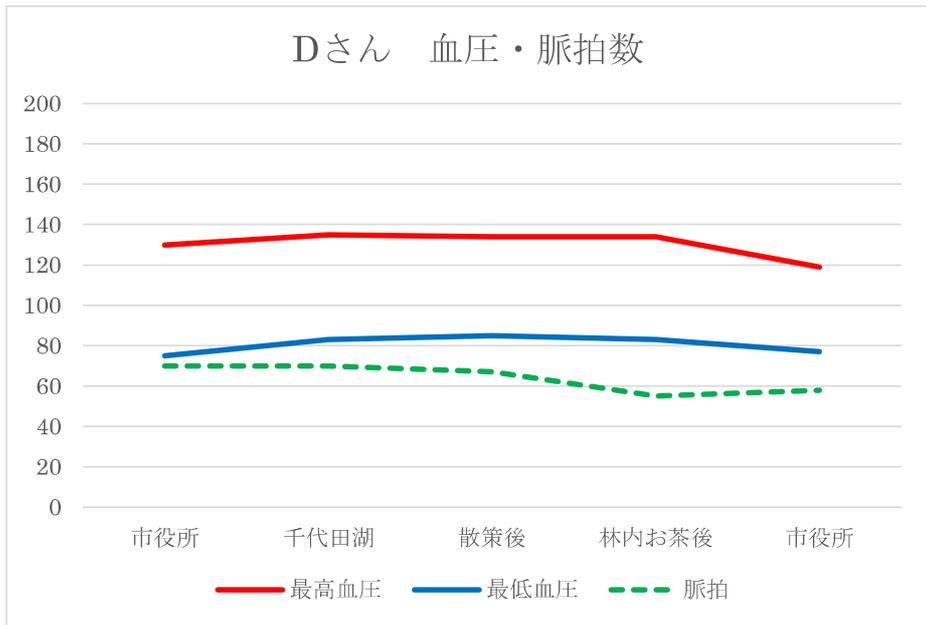
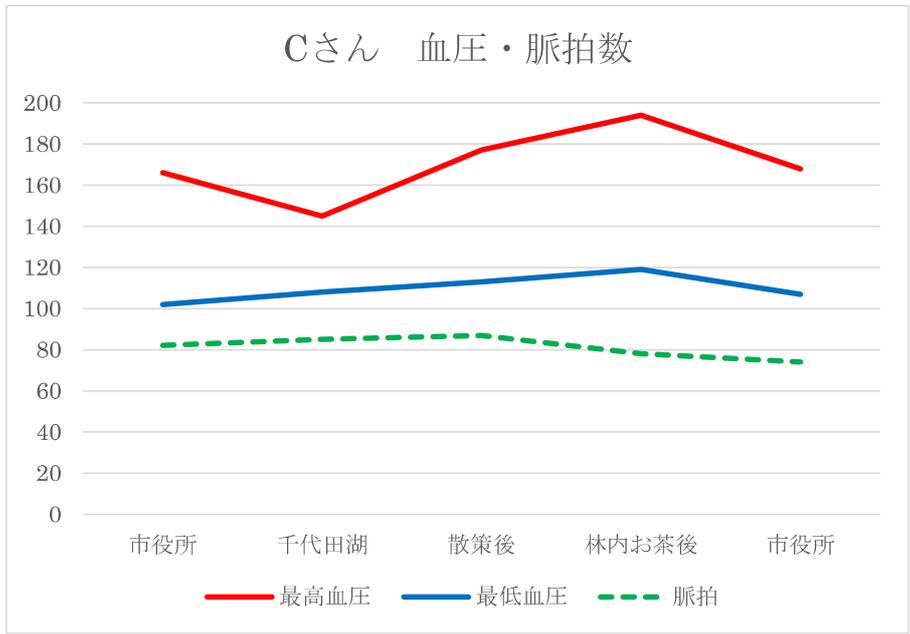
千代田湖周辺 0℃

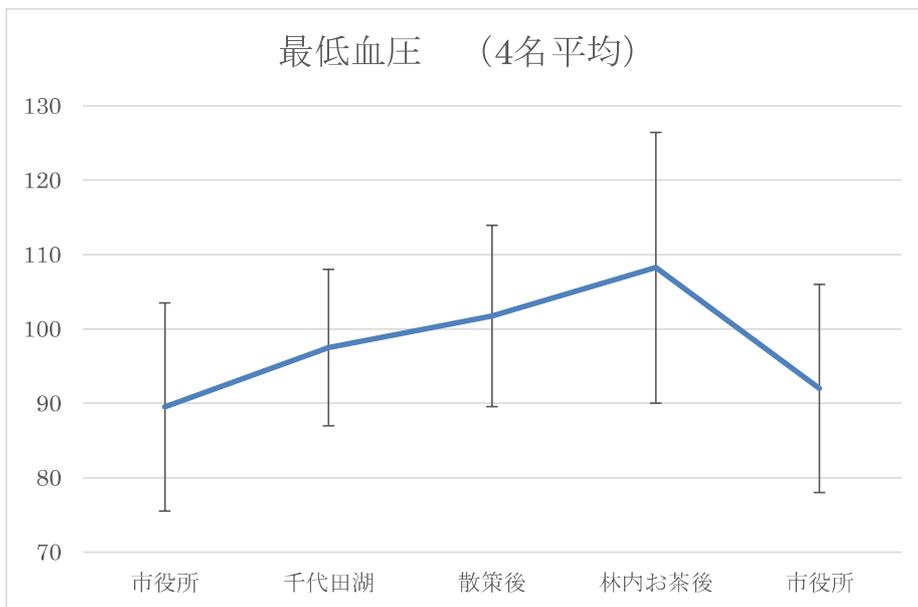
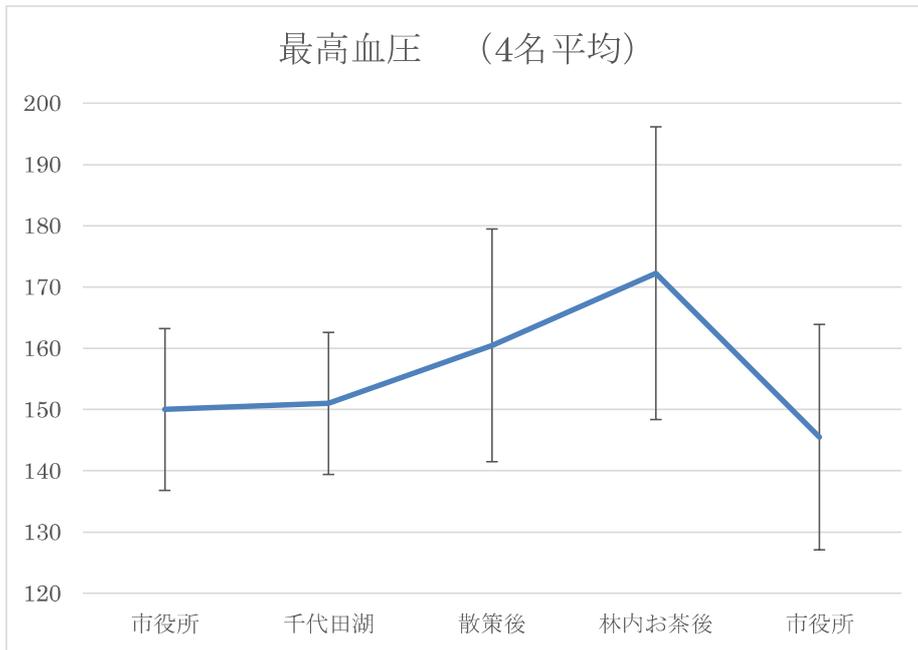
散策距離：約400m 時間20分

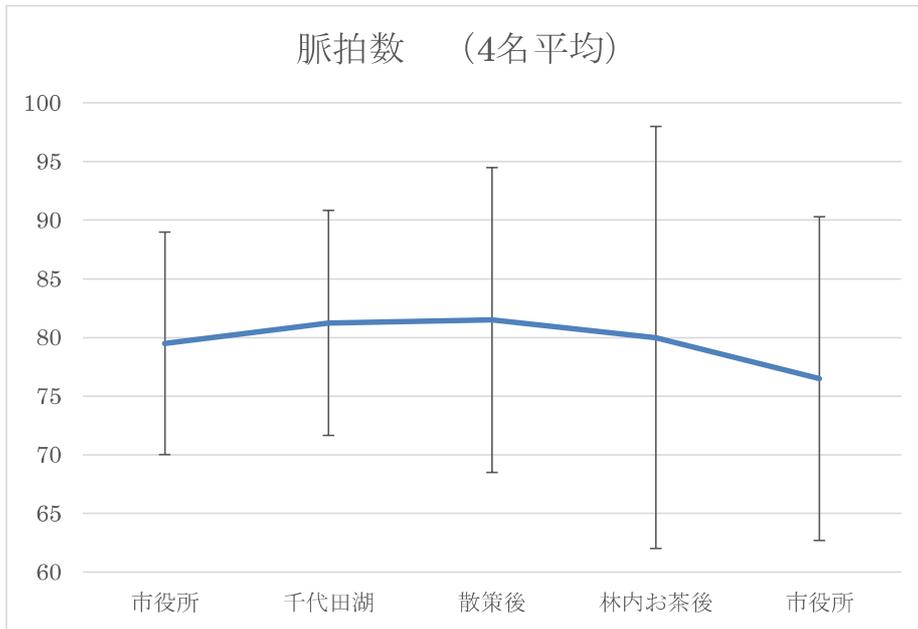
### 2. 血圧、脈拍数の変化

まず血圧の変化では、散策後のお茶を飲むまでは上昇する傾向がみられたが、脈拍数は、お茶後に揃って落ち着く傾向がみられた。しかしながら、血圧、脈拍数ともに、標準誤差のバーが示すように、個人差、ばらつきが大であった。



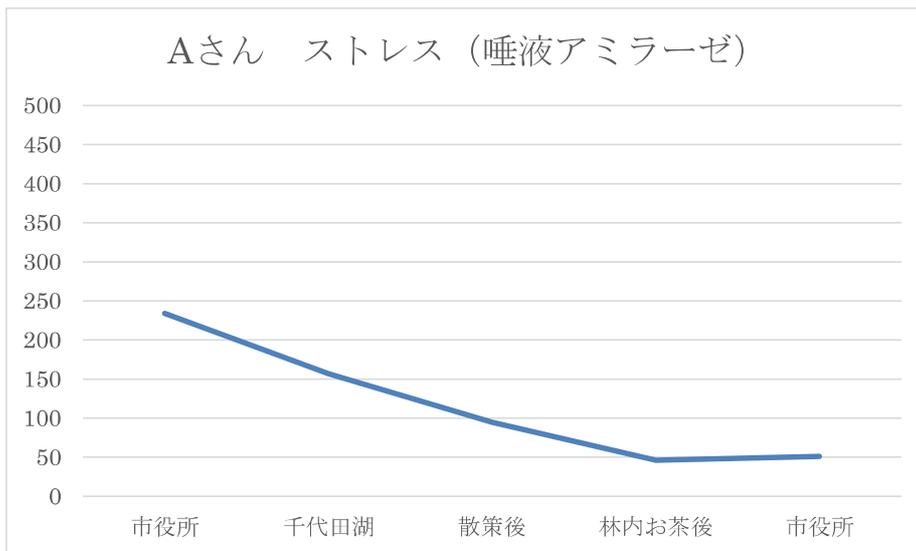


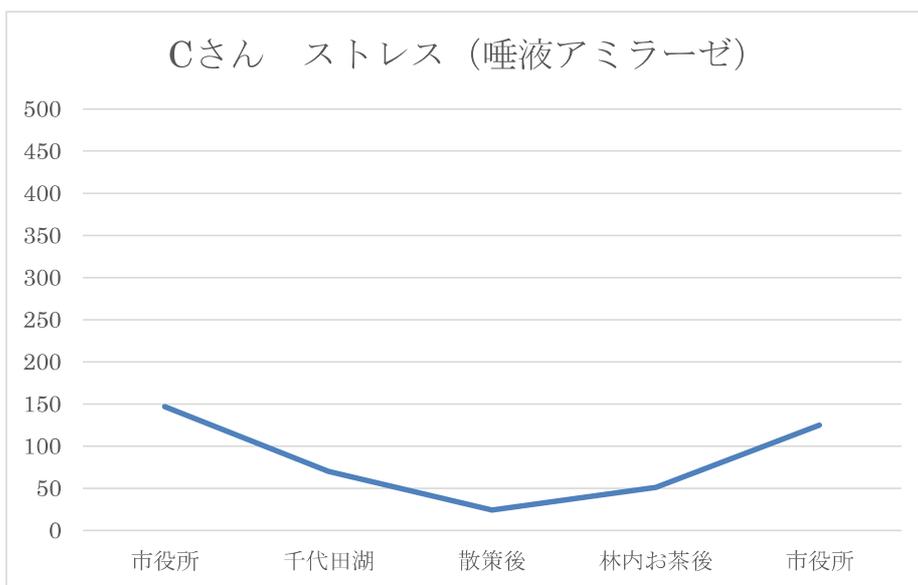
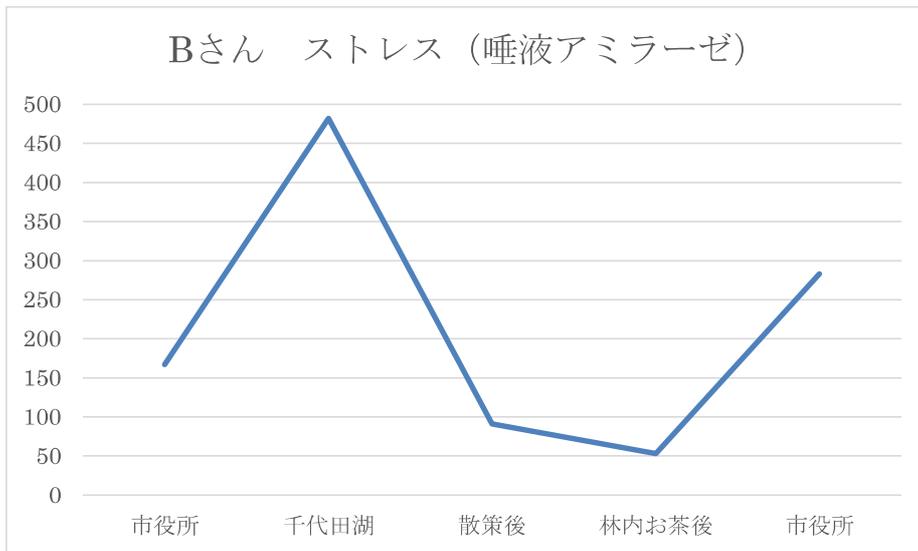


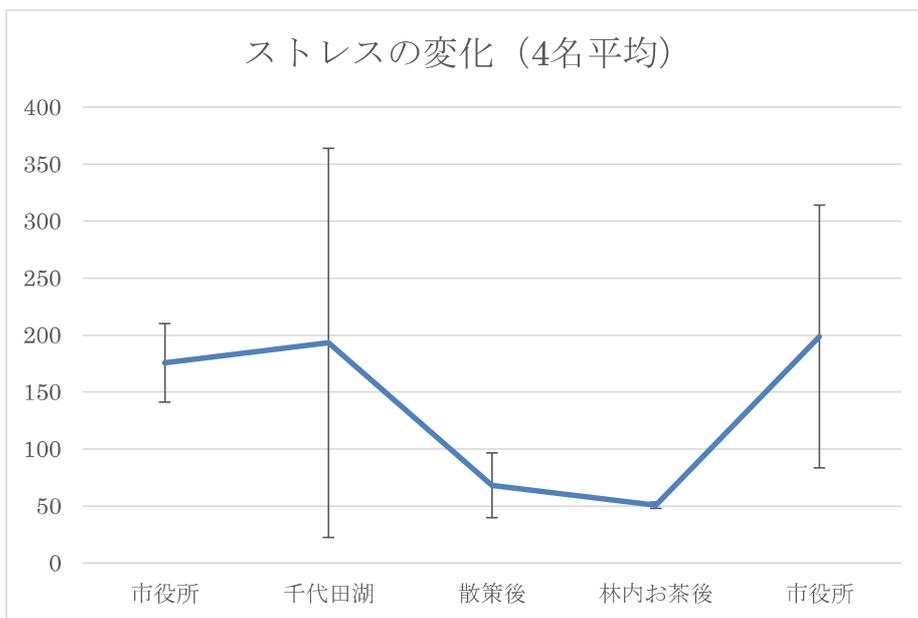
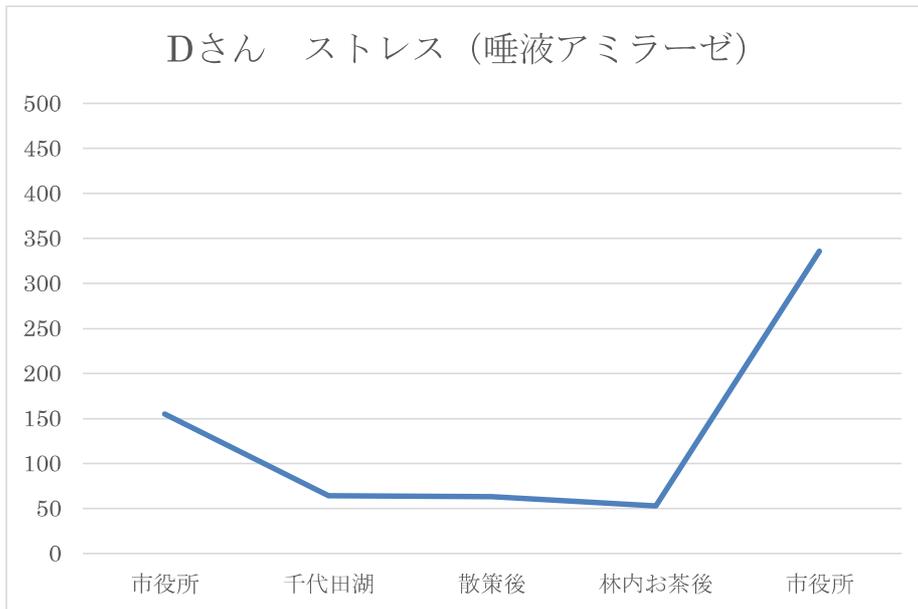


### 3. ストレス (唾液アミラーゼ) の変化

こちらにも、血圧同様に個人差が大きかったが、散策後、お茶後には、ストレスが低減する傾向がうかがえ、市役所内とくらべてマイナス 20℃もの気温差がありながらも、散策、お茶にはストレス軽減の効果があることがうかがえた (※ただし、本調査が、約 20 分、400m という短時間、短距離の散策であったこともポイントである)。また、散策後やお茶後の標準誤差は小さくまとまる傾向がみられた。さらに市役所に帰ると、再びストレス値が上昇したことも特徴である。

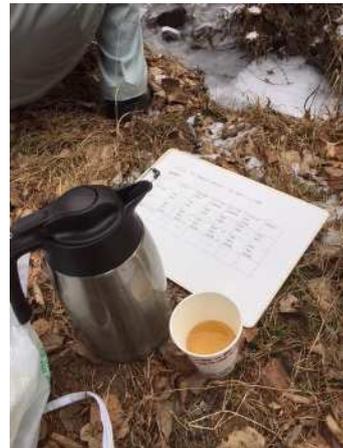








市役所内での血圧、ストレスの測定風景



散策、林内測定、お茶の様子

1月4日午後2時の千代田湖周辺の気温は0℃であったが、風があり、体感気温はさらに低かったと思われる

### 3. 簡易散策路設定における林床の硬度変化

千代田湖周辺での森林散策コースモデルづくりに先立ち、本調査では、簡易的に5名で林地を歩いた結果、どの程度、林床が固められるかを、山中式土壌硬度計を使って調べた。



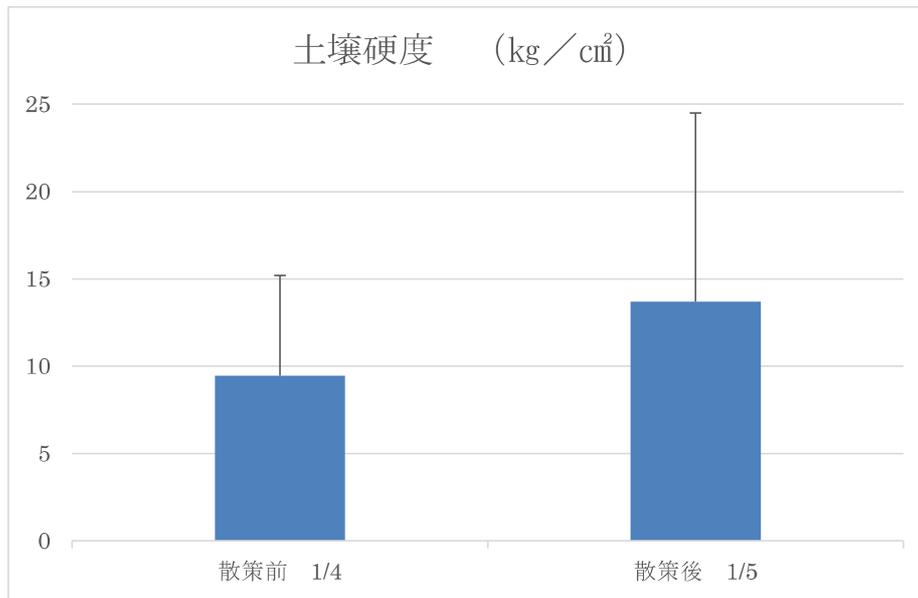
森林散策路設定予定地



山中式土壌硬度計



散策路予定コースを、耕地農林課のみなさまに歩いていただいた



今回はわずか 5 人で、繰り返しなしの 1 回歩いただけであったが、それでも、林地には数 kg の硬度の上昇が認められた。この歩いて路面を固めるという散策路の簡易設定の方法を、今後はさらに人数を増やして、千代田湖周辺で試みる予定である。

### <今後の展望>

今後の伊那谷のカラマツの展望、可能性として、以下の 7 項目を構想している。  
今後とも、伊那市と東京農業大学とのさらなる連携、推進を強く願う次第である。

- ①「伊那谷カラマツ」ブランドの創出
- ②カラマツ材の新たな効用、用途の開発
- ③カラマツ材の都市部（公共材）への流通 例） 姉妹都市への伊那カラマツの流通
- ④健全林と放置林との材質の比較
- ⑤カラマツ林における保健休養効果
- ⑥伊那の風景・景観の特徴（在住者と転居者との比較）
- ⑦勉強合宿、企業研修としての伊那

## <付録>

なお、2016年度、2016年度の広域連携研究を行いながら、雑誌「森林レクリエーション」にも連載したので、付録として、下記にその内容を報告する。

森林レクリエーション No. 366 2017年11月号 pp4-7.

連載：森林と健康 ―森林浴、森林療法のいま― 上原 巖（東京農業大学）  
（第3回）「地域における森林療法導入の事例②：長野県伊那市のカラマツ林」

### 長野県伊那市

伊那市は、長野県の南部に位置し、中央、南の二つのアルプスを望むことのできる地である。2017年現在の伊那市の人口は約68000人。

この伊那市と筆者の勤務する東京農業大学とが2016年12月に包括連携協定を締結することになった。締結の内容は、伊那市の自然・農林業に関する調査研究、学術研究による支援をはじめ、新たな企画や商品の開発などである。

筆者自身、この地に、大学院生時代に5年間住んでいたことがあるが、伊那はまさしく風光明媚な地域である。



写真1：伊那市の風景。手前は天竜川。遠方は木曾駒ヶ岳。

### 伊那市のカラマツ林

伊那市の造林樹種には、他の地域と同様にアカマツ、ヒノキ、スギなどがあるけれども、やはり「伊那谷」の風景といえば、カラマツ林ということになるであろう。標高800～1200

m前後に造成された伊那のカラマツ林は、春の芽吹きから秋の黄葉、冬の裸木の木立の風景に至るまで、四季の鮮やかな変化があり、またそれに伴って田畑、野原の季節変化も花を添えて、伊那谷の風景を形成している（写真2）。伊那市は、国内での木質ペレットの導入の早い地域でもあり、現在でも煙の少ないカラマツ・ペレットを独自に生産している（写真3）。

今回、私は伊那市において、このカラマツ林を活用した森林保養を計画することになったが、カラマツ林ではどのような保健休養の要素が考えられるだろうか？



写真2. 春先の伊那市のカラマツ林（左）

秋の伊那の里の風景。田んぼとソバ畑が隣り合っている。

冬の伊那市のカラマツ林（右）。カラマツ林の陰影のシルエットも美しい



写真3. 伊那市の公立図書館内のペレットストーブ（左）

伊那の森林組合で生産している木質ペレット

### カラマツについて

カラマツは、現在、北海道、長野県をはじめ、全国で植栽、植林されており、数十年前にドイツのカラマツ林で、ネズミの大発生がみられた際には、耐鼠性の強い信州カラマツが輸

出されたこともあった。ここであらためて簡単にこのカラマツという樹木について振り返ってみよう。

カラマツ属の樹木は世界に12種あるが、日本のカラマツは、日本の固有種であり、欧米のカラマツとはやや異なる。宮城県から静岡県までその分布がみられるものの、その本来の天然分布はごく限られた地域・場所である。いわゆる天然カラマツ（天カラ）は、長野県の標高1000～2500mに見られる。

カラマツはその生長が早いことから、かつては短伐期で、足組丸太や、炭鉤杭、電柱などに利用されたが、極陽樹であることが特徴で、この強い陽樹であること、すなわち、樹間を開けた、密度の低い林分空間を形成する必要があることが、そのまま保健休養の空間としても重要な意義を持っている。実際、長野県や北海道ではカラマツ林にキャンプ場が設けられているところも多い。

#### 清澄なカラマツ林の空気の指標：ウメノキゴケ

伊那市は、地域の森林環境を保養地として活用、利用することを企画している。その第1弾として、伊那の代表的な林相の一つであるカラマツ林が掲げられた。

受託した保養地構想にあたって、私はまず、全国各地に俄か保養地が林立する今日、何か確固たる環境指標を用いたPRができないかと考えた。それも、伊那地域の方ご自身がわかりやすく、簡単に来訪者に説明できる形のものである。そこで私の頭に浮かんだのは、地衣類のウメノキゴケであった。ウメノキゴケ科は、日本には8属130種ほどあり、一般に発見しやすいことから、環境教育などでも活用されることが多い。本誌の読者の皆さんならご存じのものだろう。

このウメノキゴケは、公害、大気汚染に弱いという生育特性を持っている。大気中の二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）の濃度が0.02ppmという微量であっても、その環境下では生育することが困難である、という大気汚染に敏感な特質を持つのがこのウメノキゴケである。しかしながら、伊那市内のカラマツ林の樹幹には、よくこのウメノキゴケ科の地衣類が付着しているのを目にすることが多い。つまり伊那のカラマツ林に来訪者が来た場合、「ようこそ、いらっしゃいました。ここは空気がきれいな空間です」と当地の地衣類を見せながら案内をすることができるのである。



写真4. 庭木などでも見かけることがあるウメノキゴケ（コケではなく、地衣類）



写真5. 伊那のカラマツ林で確認されたウメノキゴケ科の地衣類。 ヒモウメノキゴケ（左）チヂレヒモウメノキゴケ（右）



現在、日本の保養地の環境指標は、欧米ほど明確な基準や評価は整備されていない。特に保養地の空気清浄度などについての厳格な数値基準は未整備である。そこで、今回のウメノキゴケのような指標植物（indicator）は活用しやすい一石となるだろう。実際、伊那市での二氧化硫黄濃度を計測してみると、市街地であっても、平均0.0003ppm以下であり、ウメノキゴケの分布を裏付ける低濃度であった。

#### 林床の香りの樹木：クロモジ

次は、伊那の林床でよく見られる樹木、クロモジである。

クロモジは、クスノキ科の雌雄異株の樹木で、その甘い芳香が特徴である（写真6）。和菓子に用いられる爪楊枝はこのクロモジ材を使ったものであるが、現在、クロモジは、薬用酒のほか、入浴剤の原料としても利活用されている。

クスノキ科の樹木は、挿し木養成が難しいものが多く、クロモジもまた発根率、活着率が悪い樹種として知られている。けれども、筆者は2016年4月初旬に、伊那市高遠地区の標高1000m前後の山林から、開葉前のクロモジとオオバクロモジの枝を採集して挿し木づくりを試みてみた（写真7）。挿しつけ後の開葉率は、クロモジは85%、オオバクロモジで70%と、大半の葉は開くのであるが、発根率となると、クロモジでは3%、オオバクロモジでは15%と、やはり低迷であった。けれども、この挿し木苗づくりの時にも終始感じたが、クロモジは枝葉を切っただけでも甘い良い香りがする。そこでこのクロモジの枝葉を煮詰めて芳香をことさら強く抽出し、スプレー容器にそのまま詰め、来訪客、保養客にお持ち帰りいただいたらどうだろうか？というアイデアが浮かんだ。もっとも、この樹木の芳香スプレーも全国各地で作られ、「道の駅」などではご当地の樹木の芳香スプレーが売られており、筆者自身これまで様々な地で行ってきたことであるから、格段に珍しいものではない。けれ

ども、伊那の森林を歩き、その行く先々の森林の林床でクロモジに出会い、その枝葉を集めて、自分の手作りの芳香スプレーを作ることができれば、それはそれでよいお土産となる。特に女性客はこうした手作りの作業を好む方が多い。スプレーづくりの作業の合間もよい香りに包まれるからだ。



写真6. 林床でよく見られるクロモジ



写真7. クロモジの挿し木



写真8. クロモジから作った芳香スプレー（おみやげ）

#### 「伊那谷カラマツ」ブランドの創出

伊那において、筆者は、カラマツを使った総合的なブランドの創出も提言している。今回のカラマツ林での保健休養をはじめ、カラマツ材の新たな効用、用途の開発、カラマツ材の都市部（学校、図書館などの公共材）への流通（写真9）、勉強合宿、企業の開発研究地としての伊那などなどである。クロモジだけでなく、カラマツの枝葉もまた強い芳香を持ち、アロマ材料としても可能性がある（写真10）。松ぼっくりはクリスマスリースの材料として人気が高い（写真11）。シーズンになると、都市部のデパートではカラマツの松ぼっくりが一つずつビニール袋に詰められて販売もされているのである。

これらのことについて、カラマツ林を持つ市町村が連合しての「カラマツ・サミット」の開催も構想しているところである。



写真9. 伊那市の市立図書館。カラマツ材がふんだんに使われ、説明もされている。



写真 10. カラマツの葉は芳香が強く、アロマ材としても可能性がある



写真 11. カラマツの松ぼっくりはクリスマスリースの材料として人気がある (左)。  
カラマツ間伐材で作った、林内の休養ベンチ。まさにカラマツづくしである。

森林レクリエーション 2018年12月号掲載予定

連載：森林と健康 「森林浴、森林療法のいま」

第15回 長野県伊那市のカラマツ林での冬季の森林散策

東京農業大学 森林総合科学科 上原 巖

樹木の葉が落葉したあとの冬期間は、一般に森林浴はオフシーズンのように考えられている。この理由には、気温の低下や殺風景な裸木の風景だけでなく、樹木の芳香物質、いわゆるフィトンチッドが減少することもあげられるだろう。しかし、本当に、冬季は、森林浴に向かない季節なのだろうか？

長野県伊那谷も、冬季の気候は厳しく、一般に野外活動はオフシーズンのように考えられている。今回は、その伊那のカラマツ林において、冬季の森林散策を行い、簡易的な生理実験もおこなった結果を報告したい。

## 1. 冬季の伊那市における森林散策

伊那谷には、落葉針葉樹のカラマツや落葉針葉樹のナラ類が多い。そのため、冬期間の森林では、むしろ林間の見通しが良くなり、照度も高くなる林分が数多く見受けられる（写真1）。



写真1. 12月の伊那市高遠藤沢地区

この伊那市高遠地区（旧高遠町）藤沢の標高約1200mに位置する千代田湖周辺のカラマツ林にて（写真2）、2018年1月初旬、伊那市役所・耕地・農林課の4名の職員の方々に距離500mほどの森林散策を行ってもらい、森林散策前後の血圧（最高・最低）、脈拍数、ストレス数値（唾液アミラーゼ）の計測を行っていただいた。当日の天候は曇り。伊那市役所内は20℃だったが（写真2）、千代田湖周辺の気温は0℃。マイナス20℃の差があった（写真3～5）。



写真2. 伊那市役所 2018年 年初めの様子



写真3. 標高 1200m の千代田湖と周辺のカラマツ林（湖は全面結氷している）



写真4. 血圧、脈拍、ストレス値の測定



写真5. 森林散策と、林内での測定風景、お茶

## 2. 血圧、脈拍数、ストレス値の変化

最高血圧、最低血圧、脈拍数の変化を図1～3に示す。いざ血圧を測定してみると、被験

者には血圧が高めの方がおみえであった。年末年始だったことも多少影響はしているかもしれないが、それにしても、いささか高めの血圧値である。常日頃からも体調管理には十分にご留意いただきたい。

測定の結果、最高、最低ともに、血圧数値は、市役所を出発してから、森林に到着し、森林散策後のお茶を飲むまで、上昇する傾向がみられた。やはり低温の森林環境は身体に厳しいことが如実にあらわれた結果となった。また、脈拍数は、お茶の後に若干の落ち着きがみられた。けれども、血圧、脈拍数ともに、標準偏差のバーが示すように、個人差がとて大きく、生理測定の困難さ、多様性が再認識された。

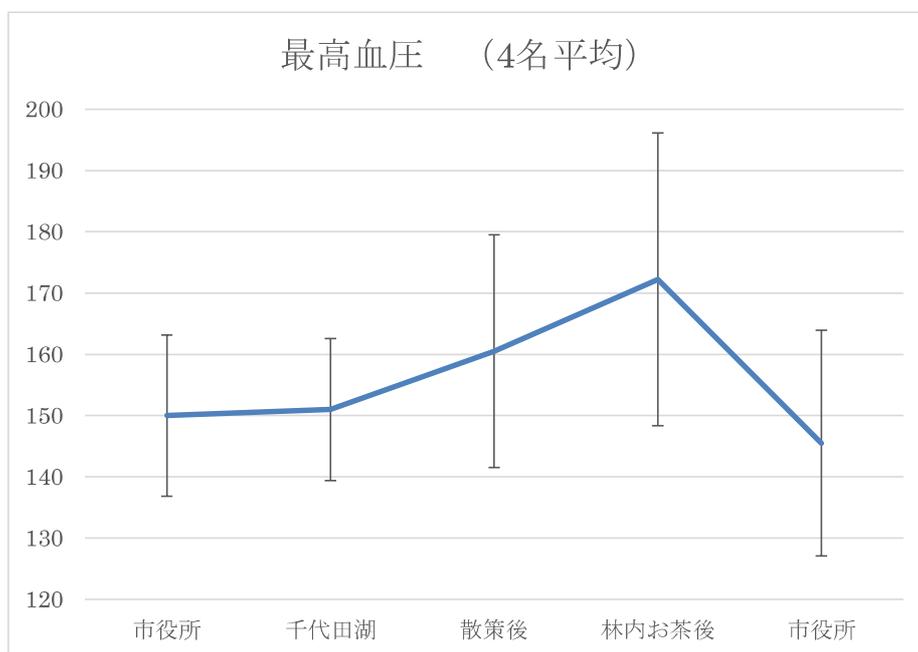


図1. 最高血圧の変化

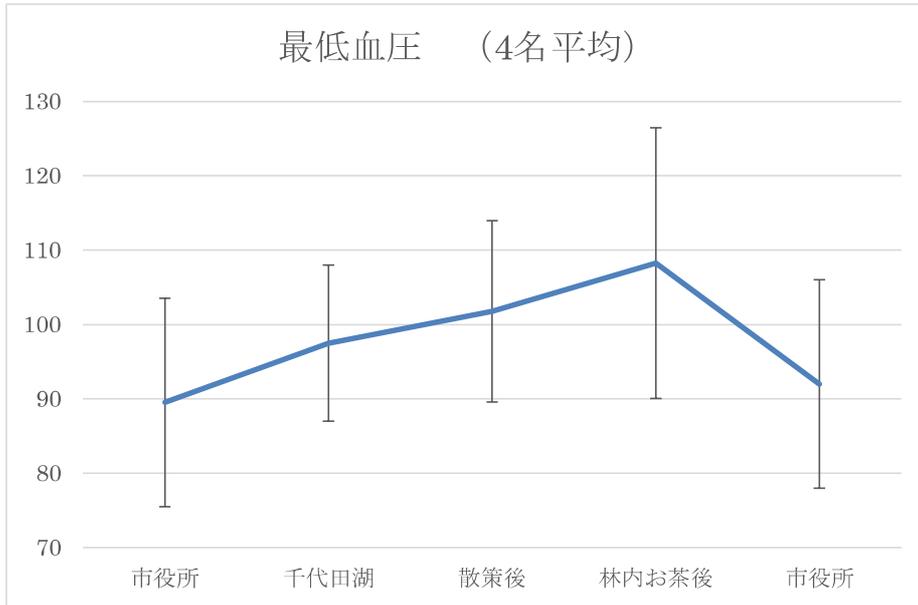


図 2. 最低血圧の変化

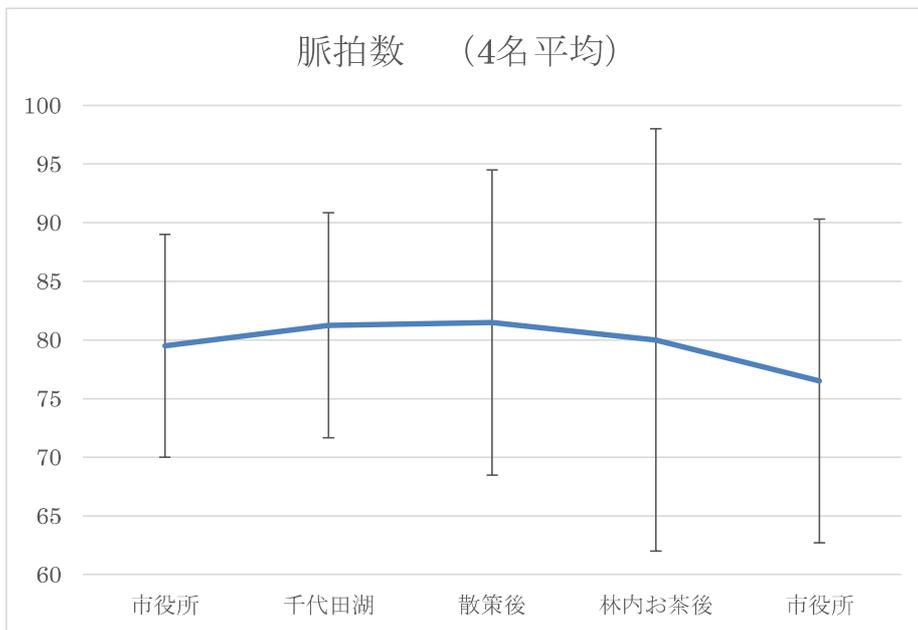


図 3. 脈拍数の変化

次に、ストレス値（唾液アミラーゼ）の変化を図 4 に示す。こちらも、血圧同様に個人差が大きい。しかしながら、血圧値の上昇とは裏腹に、散策後、お茶後には、ストレス値は低減する傾向がうかがえた。市役所内とくらべて 20℃ものマイナスの気温差がありながら、森林散策、林間でのお茶にはストレス軽減の効果があることが示されたともいえる。ただし、

これは約 30 分、500m という短時間、短距離の散策であったこともポイントである。もし、この時間と距離がさらに長ければ、数値は逆に上昇したことも考えられる。標準偏差も、散策後やお茶のあとには小さくまとまり、特にお茶の後の数値はかなり同一となった。市役所に帰ると、再びストレス値が上昇し、出発時と同様の数値に戻ったことも興味深い。

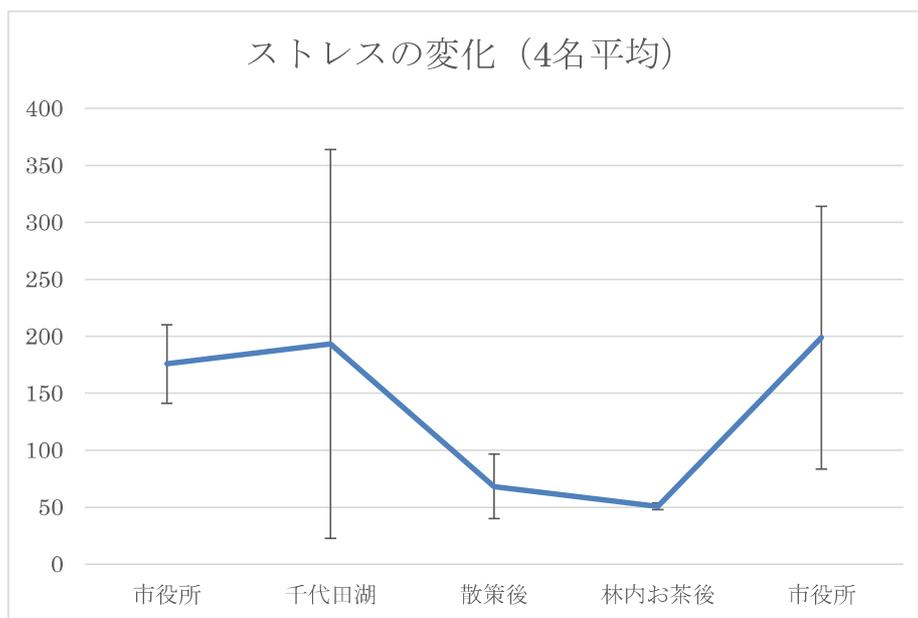


図 4. ストレス値 (唾液アミラーゼ) の変化

以上をまとめると、冬季の森林散策は、やはり血圧面では上昇を招き、身体的な負荷を加えることがうかがえる。このことから、冬季の森林散策、森林浴はたしかに不適であり、オフシーズンであると言えるかも知れない。しかしながら、ストレス面では軽減する可能性も示された。このことには、森林散策そのものの効果と、日頃の職場を離れるという「転地効果」が作用することが考えられる。それは、市役所出発時、帰着時と数値が同様になったことからうかがえよう。

落葉期の冬季は、林間の見通しがよく、日光も林床まで直接到達するようになる箇所も見られる。降雪の静かな林床に、アニマルトラックを見つけながら、林冠の間を縫いながら流れていく白い雲を仰ぎ見るのも良いものである。身体的な条件が許されれば、冬季の森林浴、森林散策もぜひおすすめしたい。

### 3. 身近な山林での森林散策路モデルの設置

伊那市にはカラマツだけでなく、アカマツの林分も各地に数多く見られる。この2樹種は、共に陽樹であるため、林地では林間が広く、散策路が設定しやすい利点があるともいえる。

そこで、アカマツ林での散策路の設定も行うことになったが、大体的に重機を使った施工などを行うのではなく、人為的な足踏みによって、つまり数人で歩くことによって、林地を固めるという簡易的な手法で、森林散策路を設定することを試行してみた（写真6～8）。



写真6. 森林散策路設定予定地



写真7. 山中式土壤硬度計



写真8. 散策路設置予定コースを、伊那市耕地農林課のみなさまに歩いていただいた

散策前後の林地路面の土壤硬度を図5に示す。今回は、私も含めたわずか5名で1回歩いただけであったが、それでも、林地には数kgの硬度の上昇が認められた。この歩いて路面を固めるという散策路の簡易設定の方法を、今後はさらに人数を増やし、試みていく予定である。

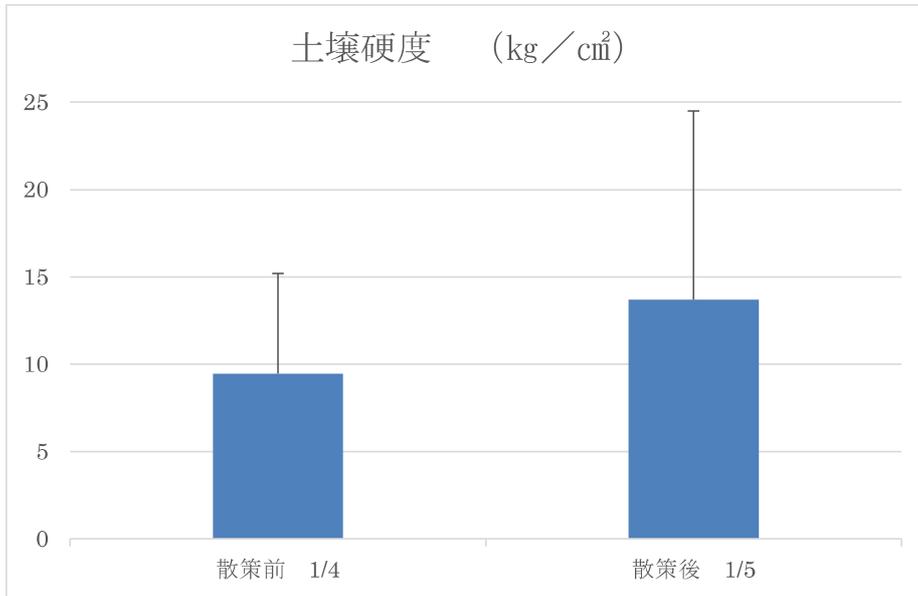


図5. 散策前後の林地路面の土壌硬度の変化

また、散策路の距離と勾配から、体重当たりの消費カロリーも計算し、その案内板も設置できればと考えている（図6）。

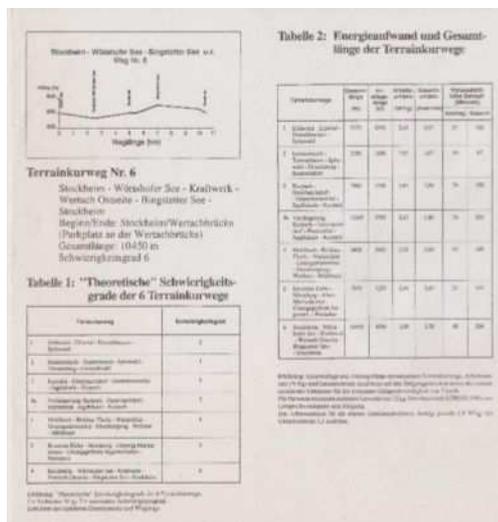


図6. 地形療法による消費カロリー表示の1例

さらに、間伐、枝打ち等の森林施業の有無による林間変化の風致評価を行うことも考えているところである。つまり、通常の間伐や枝打ちは、木材生産のみならず、風致的にも、森林散策においても影響を及ぼすことを呈示したいと思っている（写真9）。



(写真9) 間伐、枝打ちによって、林冠の見通しや木漏れ日を演出することができる。

左：間伐前

右：間伐後