

森林総合研究所北海道支所

研究レポート

No. 32

= 目次 =

林内地表にみられる凹地形と凸地形の土壤水分および地温の比較…………… 1

超音波測距器を用いた樹高測定…………… 4

林内地表にみられる凹地形と凸地形の 土壤水分および地温の比較

真田 悦子・高橋 正通・松浦陽次郎

はじめに

種子の発芽、稚樹の成育、土壤動物や微生物の活動にともなう落葉の分解速度などは土壤水分や地温などの地表環境によって大きく異なる。地表環境は地表の状態によって異なり林床がササの場合は表層土壤が強く乾燥し(太田ら、1992)、また堆積有機物層を除去すると土壤が乾燥するとともに、地温の変動が大きいこと(太田ら、1993)などが明らかになっている。北海道の地形は比較的平坦であるが、地表に数10cmから1m程度の高さの凹凸が見られることがよくある。これは風倒による根返りに伴う土壤攪乱などが原因と考えられる。風倒などによる地表攪乱は、天然更新を促進するといわれているが、植生回復後も、地表には凹凸が残り、微細な起伏を形成する。比較的均一に見えるようでも森林土壤の性質は変動が大きく、異なった性質の集合で

あることがわかってきた(高橋ら、1994)。このような林内の凸型の地形と凹型の地形の違いにより、地表の土壤水分や地温の違いがどのくらい異なるかを比較した。

試験地と測定方法

森林総合研究所北海道支所実験林(6林班ろ)、シラカンバ、ミズナラ等を主体とした山火再生広葉樹二次林(約80年生)内で、土壤は適潤性黒色土B1Dである。傾斜は1~2度でほぼ平坦な地形であるが、数10cmから1m以内の凹凸が多い。凸地形の頂部と凹地形の谷部それぞれ3ヶ所で、鉦質土壤の表面から3cm深に自作による磁製管の土壤水分センサー(太田ら、1992)とサーミスタの温度センサーを埋設し、一時間毎にデータロガーで自記記録した。測定は1994年6月23日から、地温は9月末まで、土壤水分は11月9日まで行った。なお、凹地と凸地はク

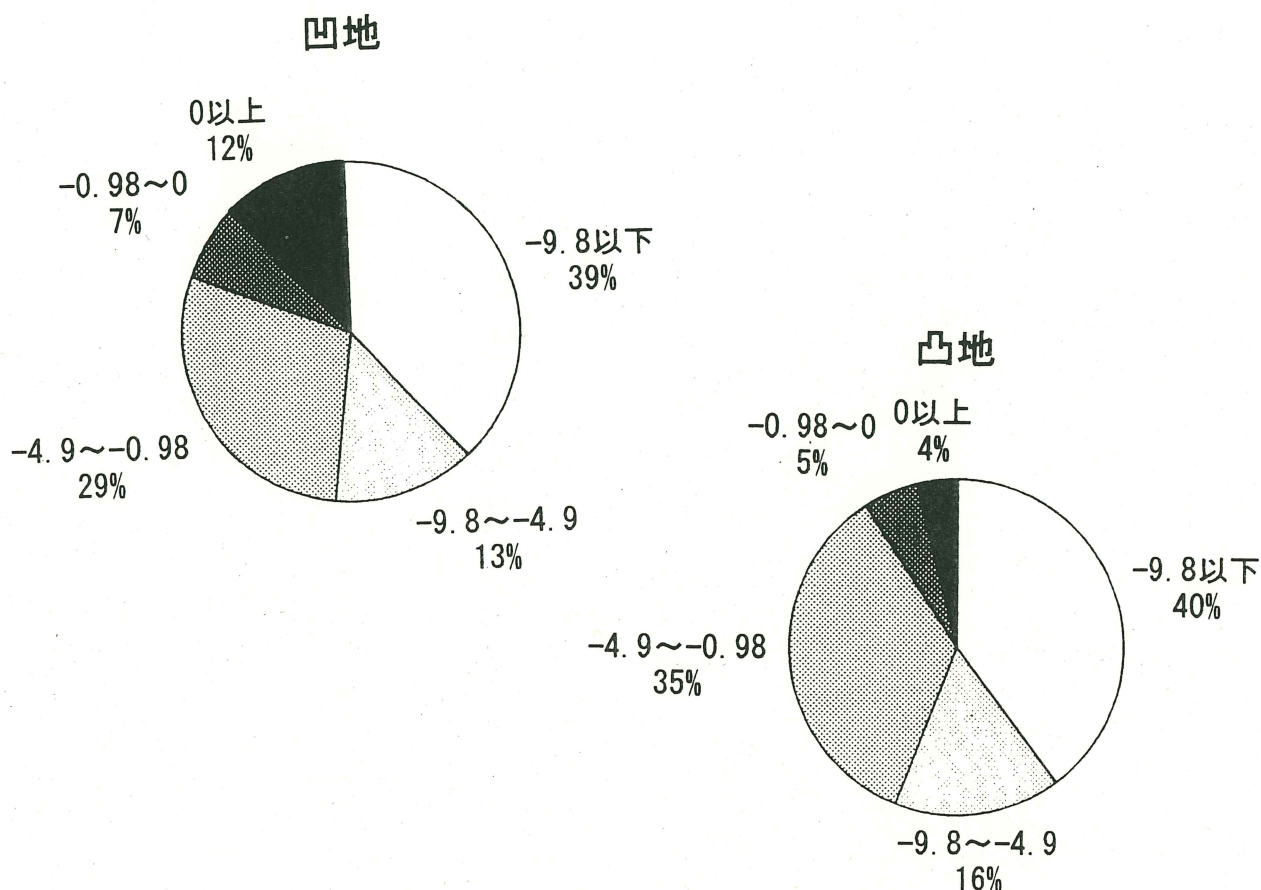


図-1 凹地形と凸地形の日平均土壌水分の出現頻度の比較 (ポテンシャル -kPa)

測定期間：1994/6/23～7/20、7/30～8/9、8/24～11/9 (3地点平均)

マイザサやツタウルシなどの林床植生で覆われ、落葉が堆積し、A層も認められることから、土壌攪乱からかなり時間が経っているものと考えられる。また表層厚さ4cmの土壌は100cm²あたり1分間に91～235ml/min (飽和透水係数 $6 \times 10^{-2} \sim 1.6 \times 10^{-1}$ cm/s) の水を透過し、降雨は浸透しやすいが、下層に風化した輪厚砂礫層があり2.5ml/min (1.7×10^{-3} cm/s) と透水しにくい。

土壌水分

1994年は記録的な猛暑の年で、また夏季は非常に少雨であった。そのため土壌が乾燥し水分センサーが測定限界を越え測定できなかった期間が生じた。その間を除いた凸地と凹地の毎月の平均土壌水分張力 (マトリックポテンシャル) を表-1に示した。8月までは少雨のためどちらの地形も表層土は乾燥したが、9月以降は雨が断続的に降り急に湿潤になった。凸地と凹地の平均値を比較すると、7月を除き凸地の方が

平均で0.8～7.5kPaほど乾燥する傾向となった。特に凹地では、降雨後観測値がプラスの値となることがあり、滞水状態となっていることが示唆された。日平均土壌水分が0以上、0～-0.98 (pF1)、-0.98～-4.9 (pF1.7)、-4.9～-9.8 (pF2)、-9.8kPa以下であった日を集計すると、-4.9以下 (重力で自然に排水された土壌水分よりも乾いている状態) の出現割合は凸地と凹地でほぼ等しかったが、0以上、すなわち滞水している期間は凹地の方が長かった (図-1)。滞水は9月以降の降雨時に顕著で、8月以前は観測されなかった。

7、8月のように乾燥し始めると、凸地も凹地もほぼ同じような乾燥状態となり地形的な変異は少ない。これは表層土壌に植物の根系が全面的に発達し根による吸水と蒸散がおこるため、微地形による違いがなくなったと考えられる。また雨量が少ないと、表層土壌は透水性も良いので、地表面に均一に浸透し微地形による違い

表-1 凹地と凸地の月平均土壌水分の比較 (-kPa)

月	凹地	凸地	観測日
6月	-14.3	-21.8	23-30
7月	-22.4	-16.8	1-20, 30
8月	-20.4	-21.6	1-9, 24-31
9月	-2.6	-5.6	1-30
10月	0.5	-3.9	1-31
11月	-1.9	-2.7	1-9

注：マイナスの値が大きいほど乾燥している。

表-2 凹地と凸地の月平均地温の比較 (6/9 ~ 9/30)

月	凹地			凸地		
	平均地温	最高地温	最低地温	平均地温	最高地温	最低地温
6月	14.1	15.8	13.0	14.7	16.5	13.5
7月	17.6	20.6	13.7	18.2	21.7	14.2
8月	20.3	22.4	18.3	20.9	23.8	18.8
9月	16.8	20.3	12.7	17.1	20.7	13.2

はほとんどないのであろう。しかし雨量が多いと、土壌の浸透能を上回る雨の一部が表面流で凹地に集水され、土壌が水分で飽和し滞水することがあると思われる。一時的に排水されないほどの強い降雨や長雨の時に地表面の凹凸による土壌の水分環境の違いが顕著になるようで、西本・塩崎 (1986) も褐色森林土の斜面上で、凸地形、凹地形、直地形を比較し、pF1.6 (-3.9 kPa) 以下の出現頻度が凸<直<凹となり地形と対応していることを報告している。重力水の排水性の違いが微地形と対応するといえよう。また測定期間は短かったが、凸地と凹地の水分差は6月に最も大きい。雪解け後、開葉時期までは凸地の方が乾燥しやすいことが示唆され、今後追試したい。

地 温

日平均地温の比較では、凸地の方が0.3~0.6℃ほど高かったが、最高でも1.1℃程度しか変わらず、地温への影響は測定期間を通じて小さかった (表-2)。風倒直後では直射日光が入り込み地温は上昇するが、林冠が閉鎖後は、地温への影響は少ないといえる。

おわりに

これまで林床の地形、植生、堆積有機物の状態により、地表面の環境がどう変化するかを明らかにしてきた。現在、ギャップ形成にともない、林床の環境がどのくらいの範囲まで変化するかを測定中である。このような計測結果を集積して、天然林の更新と林床の土壌環境との関係を明らかにしていきたい。なお、本研究は農林水産省大型別枠研究「生態秩序」(BC P950III-A-3) によって行った。

引用文献

- 太田誠一・真田勝・真田悦子 (1992): 小径ポラスカップを用いた土壌水分張力測定装置の試作とその測定例、日林論、103、261-262
- 太田誠一・真田勝・真田悦子 (1993): 堆積腐植層が表層土壌の水熱環境に及ぼす影響評価、日林論、104、375-376
- 高橋正通・松浦陽次郎・吉永秀一郎 (1994): 森林土壌の空間的異質性、森林総研所報、69、4-5
- 西本哲昭・塩崎正雄 (1986): 微地形と森林土壌水分状態、日林北支論、31-33

超音波測距器を用いた

樹高測定

白石 則彦

1. はじめに

森林調査において樹高を測定する機会が多いと推察されるが、その測定精度や作業工程に改善の必要性を感じている人も多いであろう。当支所天然林管理研究室でも比較的最近までブルーメライズ測高器に巻尺による距離測定を組み合わせで行ってきた。この方法はブルーメライズのプリズムによる距離測定の誤差が排除されるため精度を重視した方法といえるが、工程はむしろ低下し、試験地調査に占める樹高毎木測定の負担は相当大きかった。

ところが先頃、簡便な超音波測距器があるこ

とを知り、巻尺に置き換えて使用したところ非常に好結果であった。ここにその概要を紹介する。

2. 機器の概要

この超音波測距器は、(株)フジコロナ精器から販売されている「ピッキョリ75」(開発設計は米国SONIN社)である。この測距器は発信器となっている本体と併せて電子標的を用いることで、92cmから75mまでの距離測定が可能である(分解能は1cm)。本体のみの測定も18mを限度として可能であるが、森林調査では測定対象を明確にするため、本体と電子標的を併用する



写真1. 超音波測距器
左：発信器、右：受信器



写真 2. カラマツ林での測定

方法が適当である。

電子標的を用いた場合、まず本体から電子標的に向けて赤外線が発信され、電子標的は赤外線を受信すると、超音波を本体に送り返すしくみになっている。測定ボタンを押しているわずかな間にも多数のパルスが距離を測定し、それらの平均化された結果が液晶に表示されるため、ややおもちゃっぽい外観からは想像できないほど安定した数値を得ることができる。

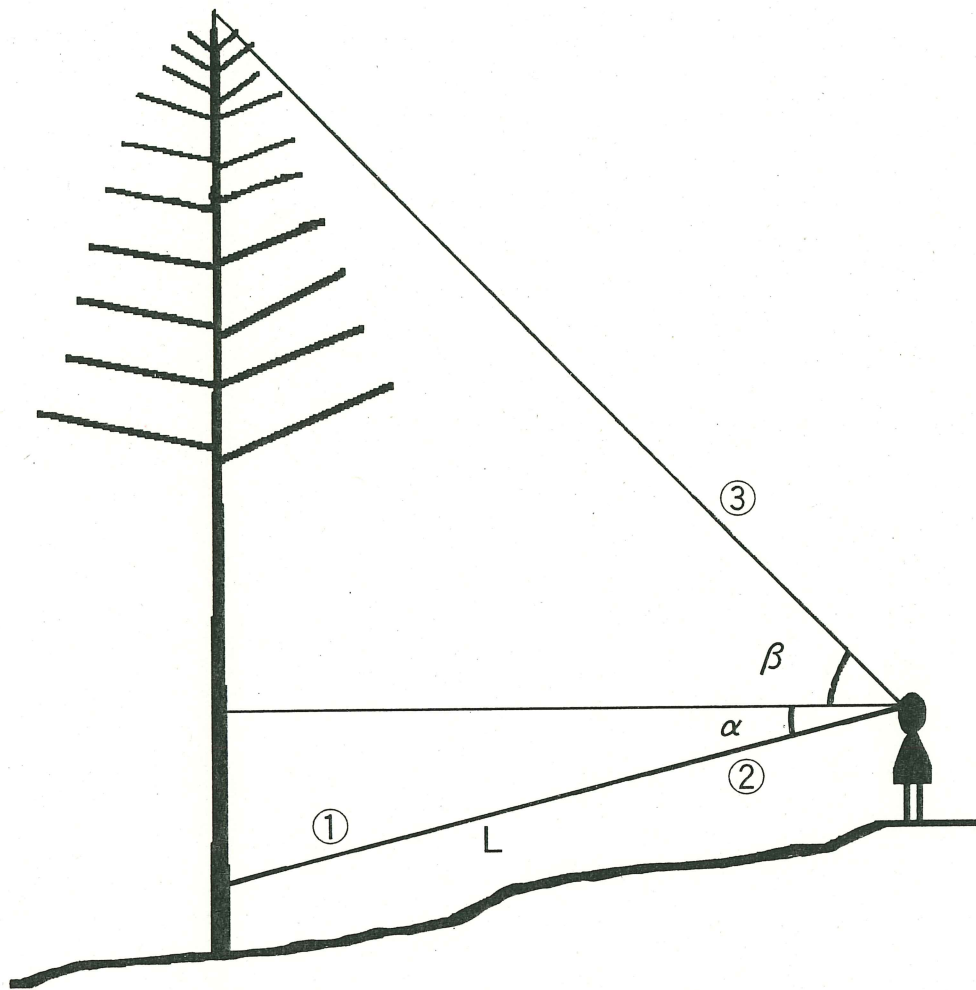
本体および標的の大きさはそれぞれ $145 \times 70 \times 25\text{mm}$ 、 $120 \times 70 \times 25\text{mm}$ と充分小さく、重さも 184g 、 170g （電池を含む）と軽く仕上げられてい

る（写真 1）。

3. 樹高の測定

はじめにも記したとおり、ブルーメライス測高器のプリズムによる距離測定に替えて、この超音波測距器を用いて樹高測定を試みた。手順としては、

①測定者は梢端の見える場所を探して立ち、そこから胸高位置までの斜距離（ L ）を超音波測距器で測る。このとき補助者は電子標的を樹幹の真横に当てるか、あるいは前面に当てた場合は半径分を斜距離に加えるなどして、断面の



図－1 樹高測定における角度、距離の測定

中心までの距離を測るようにする。

②次にブルーメライス測高器で胸高を視準し、高低角（ α ）を測る。

③最後にブルーメライス測高器で梢端を視準し、高低角（ β ）を測る。

これらの測定値を用い、樹高 h は、

$$h = L \cos \alpha (\tan \alpha + \tan \beta) + 1.3$$

で算出される（図1参照）。

この方法の特徴は、距離測定に巻尺を用いる場合と同様に、プリズムによる誤差を排除し、林木からの距離に制約されず梢端の見やすい場所を選べることである。また巻尺との比較では、移動する際に途中で他の林木があっても障害とならないため、歩行距離の節約となる。このことは傾斜地やササが多いなど歩行が困難な林分において大幅な効率アップにつながるものである。筆者らの実用試験の結果では、平均樹高14m前後、平坦で下層植生のほとんどないかなり

密なアカエゾマツ人工林において、3人1組で1時間に約50本の測定が可能であった。

さて、そこで問題となるのが精度であるが、樹高測定には誤差を生み出す原因がさまざま考えられるので、樹高推定値で評価するのは適切でない。ここでは超音波測距器と巻尺で同じ箇所を測定して比較することにし、林内のある点から林木までの距離を60通りにわたって測定した。その結果は図2および図3の通りであるが、20m以下の距離では両者の誤差は最大でも8cmであり、しかも54個（90%）のデータが±4cm以内に納まっていた。これは樹高測定など厳密な精度を必要としない森林調査においては充分といえるだろう。

4. おわりに

実際に使用してみて、本体および電子標的が互いに正しく向き合っていないと測定値が得ら

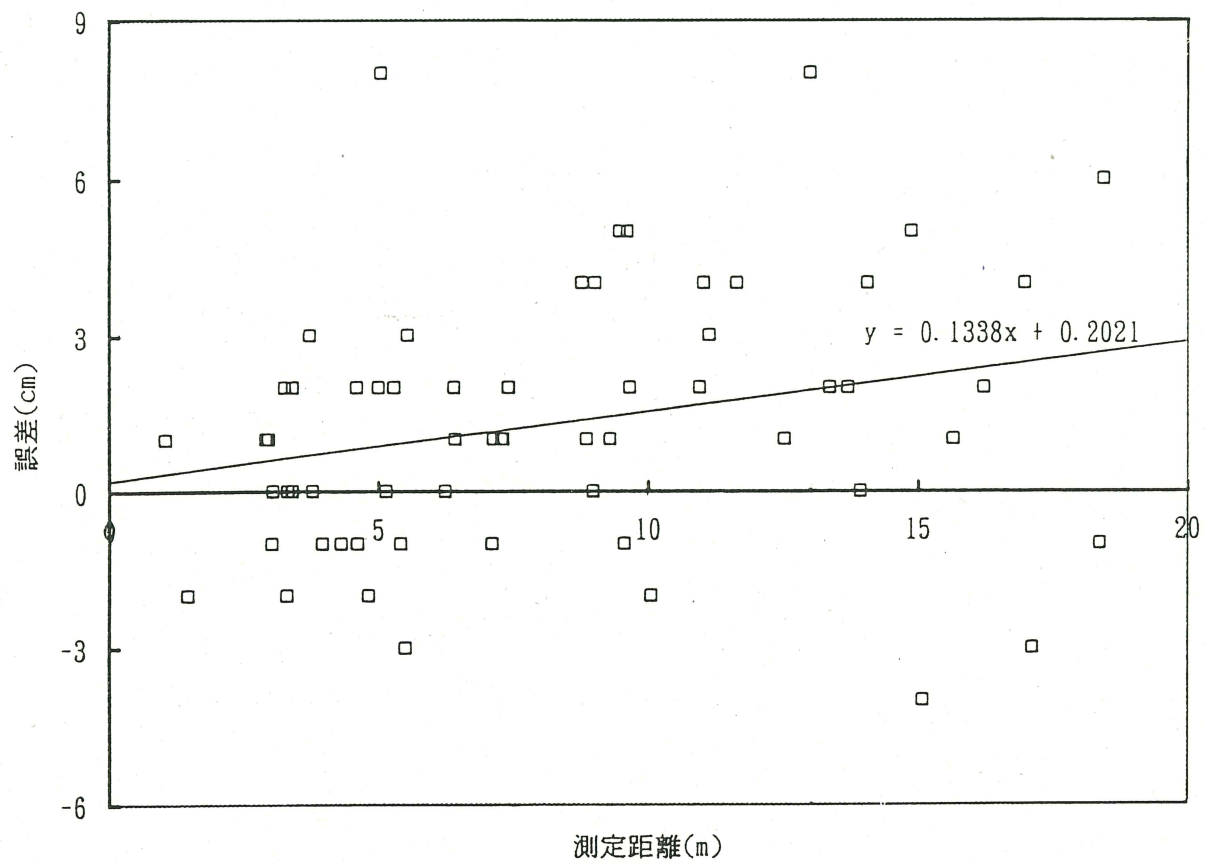


図-2 巻尺を基準とした測定誤差

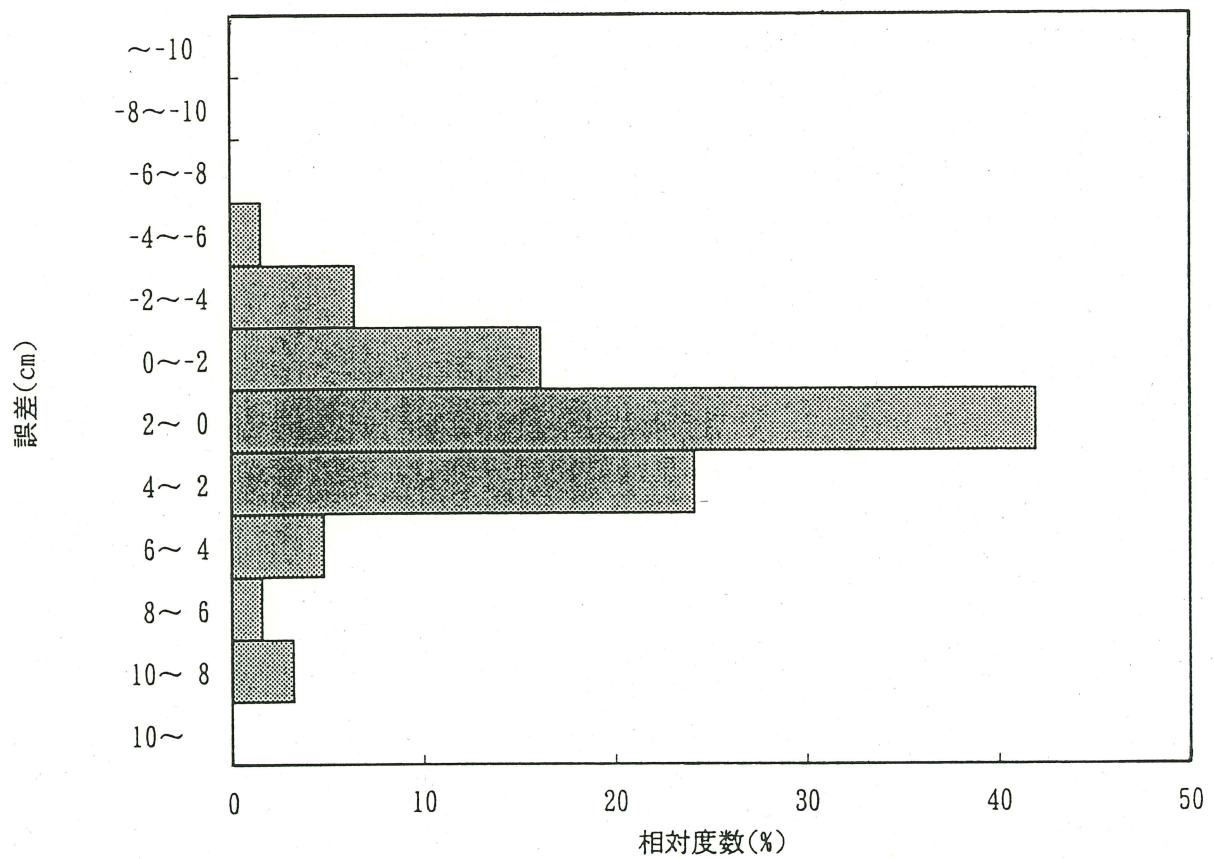


図-3 誤差の相対度数分布

れないことがあり、慣れるまでやや神経を使った。しかしこの点に気をつけ、本体から標的が見える位置であれば、灌木の枝葉のごくわずかな隙間を通して距離測定が可能であることがわかった。本体と標的の間が全く直線的に結ばれていることが実感され、感動的でした。

ところでここで紹介した超音波測距離器は、主として建物の内法など測ることを想定して開発された製品であるため、野外で使用するためには改良してほしい点も多い。例えば、標的を狙いやすくするため本体を握りのよい形にしたり、あるいは照準をつけること、測定値が表示されたら電子音で知らせてくれること（ボタンを押してから表示までの数秒間はじっと構えていなければならない）、首にかける紐を通す穴をつけること、そしてもう少し堅牢な構造とすること、等々である。

しかし、こうした些細な不満を補って余るほどのメリットがあることは確かである。定価は4万8千円とおもちゃ並みとはいえないが、コンパスやブルーメライスを持っている部署であれば巻尺代わりにひとつ備えておいてもよいであろう。

最後となったが、図2、3の測定データは森林総合研究所林業経営部の斉藤和彦氏より提供を受けた。ここに記し謝意を表する。

研究レポート No. 32

平成7年8月17日発行

編集 森林総合研究所北海道支所

〒062 札幌市豊平区羊ヶ丘7

電話 (011)851-4131