

人工ほだ場における被陰材料の設置方法の検討

— カーテン方式（仮称）の場合 —

大分県きのこ研究指導センター 石井 秀之

1. はじめに

近年、シイタケの原木栽培において、省力化や集約化のための人工ほだ場の設置が進められているが、被陰材料を水平に張る従来型の施設ではなく、幅の狭い合成繊維製被陰材料（商品名：フララ、コモレビなど）を天井から吊り下げ、カーテン状に張る方式の人工ほだ場がほとんどである。この方式は、構造上の特性から風や雪などに強く、ほだ場内の降水分布が均一¹⁾という長所があるが、被陰材料を張る間隔によって経費が大きく違うことや人工ほだ場内への日光の直射がみられるなどの短所があり、基本的な設計条件が明らかにされないことから、生産現場では建設予定地の形状に合わせて施工されている現状にある。このため、建設経費の増大や直射日光によるほだ木の損傷など、生産者に人工ほだ場の建設をためらわせる要因となっている。今回は、この形式の人工ほだ場の基本的な設計条件である被陰材料（以下、ネットとする）を吊り下げる間隔および方向と日光の入射の関係について検討した結果を報告する。

2. 方法

人工ほだ場内への日光の入射時間は、太陽の高度と方位角を計算することで求められるが、地表面上の位置および季節により変化するので、位置（本論文では人工ほだ場の設置地点）は、大分県の中央にあたる北緯33度、東経131度30分を基準位置とした。季節については、ほだ木に対する影響を考慮して、年間で最も気温が高くなる期間である7月下旬から8月上旬²⁾のうち1995年7月23日（大暑）を計算基準とした。

(1) ネットの必要量

ネットは図1に示したように一筆書きの要領で施工することから、ネット間隔を d (cm)とした場合、面積 A (m²)の人工ほだ場（以下、ほだ場とする）の必要量 L (m)は、周閉長を S (m)とすると次式で表される。

$$L = A \cdot di + S / 2 \quad \text{①}$$

$$di = 100 / d \quad \text{②}$$

di は整数とする（小数点以下は切り上げ）

(2) 太陽高度によるネット間隔の最小値

太陽高度とネットによる影の関係を図2に示した。太陽高度が最も高くなったときのネットの影の長さがネット間隔と等しいことが、ネット間隔の最小値の条件となり、ネットの幅を L_f (cm)、太陽高度を h とすると、影の長さ L_s (cm)は次式で表される。

$$L_s = L_f / \tan h \quad \text{③}$$

(3) ネットの影の位置

ネットによる影は太陽の位置によって決定され、太陽の位置は太陽高度と方位角によって表すことができる。ある地点において求める太陽高度を h 、方位角を Az とした場合、太陽赤緯を δ 、時角を t 、観測地の緯度を ϕ とすると、次式^{3,7)}により求められる。

$$\sin h = \sin \phi \cdot \sin \delta + \cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \cos t \quad \text{④}$$

$$\cos h \cdot \sin Az = \cos \delta \cdot \sin t \quad \text{⑤}$$

3. 結果及び考察

(1) ネットの必要量

①、②式から周囲の分を除いてネット間隔を1cm刻みで変化させた場合のほだ場1m²当たりの必要量を表-1に示した。ネットを張る間隔は違っても、必要量が変わらない効率的な組み合わせがあることがわかる。

(2) ネットを張る方向

1) 太陽高度によるネット間隔の最小値

太陽高度が最も高くなるのは、1日のうちでは南中時であり、1年間では夏至（1995年は6月22日）である。この日の南中高度は80.4°となり³⁾、ネット幅が60cm（市販製品の幅、以降、計算にはこの値を使用する）の場合、③式により計算すると最小値は10.1cmとなる。実際には、吊り下げたネットの下端部は両側に5cm程度箒状に広がっており、この点を考慮すると12cm程度の間隔を最小値とすることができる。

2) 太陽の方位角と影の長さの変化

④、⑤式により計算した基準日の毎正時ごとの太陽高度と方位角を表-2に示した。

3) 太陽の方位角とネットの方位角

1)により太陽高度による間隔の最小値は求められたが、太陽の方位角とネットの方位角が180度対称および同一となる時刻には、ネットによる影はネットの方位と同じ方向にあり、ほだ場の日光による直射面積が最大となる。この場合、前述したネット下端部の広がりから、5cm未滿のネット間隔であればどの時刻においても日光の直射しないほだ場が建設できるが、ネットの必要量が多いことから建設経費がかかり、生産現場においては現実的でないと考えられる。一方、時刻により影の方位が変化することから、ネットの方位角を変えることによって、ほだ場の日光による直射面積最大時刻を制御することができる。代表的なネットの方位角と影の方位が一致する時刻を表-3に示した。

ここで、本形式の人工ほだ場設計の基本条件を考えるとして以下の2点となる。

- i. ネットの必要量を少なくするために、ネットの間隔をできるだけ広くする。
- ii. 直射日光の入射をできるだけ少なくする。

以上の条件と計算結果により、具体的な設計条件について検討を行う。ネット間隔については、表-1から必要量が同じでも間隔を狭くできる15cm, 17cm, 20cmと太陽高度による最小値にネットの広がりを考慮した12cmを対象とした。ネットの方位角については、最高気温が午後2時頃出現すること⁴⁾、中西らの報告⁵⁾や中沢らの報告⁶⁾などからほだ木に対する影響を考慮して、表-3からほだ場での影が最小となる時刻が午前中であるW 15° N, W30° N, W45° Nを対象とした。これらの条件と表-2から計算される影の先端の軌跡をネットの方位角ごとに1枚の図に重ねあわせて検討し、W30° Nについて図-3に示した。ほだ場の直射日光による暴露時間は、どのネット間隔でも、ネットの方位が南北方向に近づくほど短くなるが、前述したネットの方位角の選定条件や日射が最大となる南中時に日光の直射がないことを条件とすると、ネットの方位角はW30° Nが適すると考えられる。この場合のネット間隔は

表-1 ネットの間隔を変化させた場合の人工ほだ場1m²当たりのネット必要量

間隔	必要量	間隔	必要量	間隔	必要量
5	20	12	9	19	6
6	17	13	8	20	5
7	15	14	8	21	5
8	13	15	7	22	5
9	12	16	7	23	5
10	10	17	6	24	5
11	10	18	6	25	4

単位:間隔 cm, 必要量 m

表-3 ネットの方位角とネットによる影の方位が一致する時刻

方位角	時刻	方位角	時刻
E 90° N	12:20		
E 60° N	12:50	W 60° N	11:49
E 45° N	13:11	W 45° N	11:29
E 30° N	13:41	W 30° N	10:58
E 15° N	6:38, 14:32	W 15° N	10:07, 18:01
E 0° N	8:39, 16:01		

12cmとなるが、ネット下端部の広がりを考慮すれば13時頃に直射日光が入射しなくなる17cm間隔でも許容可能と考えられる。

4. おわりに

今回の報告で基準となる設計条件は明らかにできたが、実際のほだ場において、日光の直射によるほだ木温度の変化とともにほだ場の環境条件との関係について調査を行う必要があると考えられ、今後検討していきたい。また、本形式のほだ場では、どのような方位角でネットを設置しても、ネットの間隔が5cm未滿でなければ日光の直射は避けられないので、この点について、施設の発注者に十分な説明を行う必要がある。

引用文献

- (1) 石井秀之・有馬 忍: 大分きのご研年報, 50, 20-22, 1993
- (2) 国立天文台編: 理科年表平成7年, 68, 9-286, 丸善, 東京, 1994
- (3) 中西清人・吉富清志: 日林九支研論, 35, 213-214, 1982
- (4) 中沢 武ほか: 日林九支研論, 42, 293-294, 1989
- (5) 齊田 博: 天文の計算教室, 19-74, 地人書館, 東京, 1977
- (6) 関岡 満: 気象学, 37-45, 東京教学社, 東京, 1981
- (7) 天文年鑑編集委員会編: 天文年鑑1995年版, 誠文堂新光社, 東京, 1994

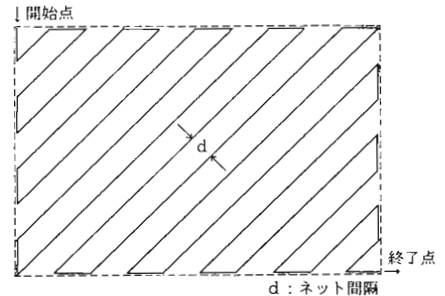


図-1 被陰用ネットの施工要領

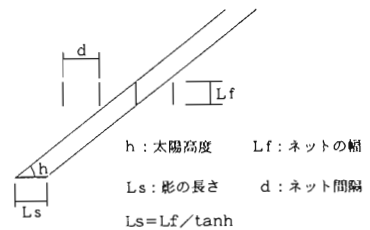


図-2 太陽高度とネットの影の長さ

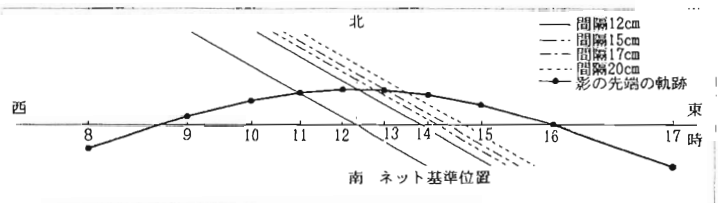


図-3 ネットの方位角をW30°Nとしたときのネットによる影とネット間隔の関係