

(資 料)

アカマツ林内の環境的条件がマツタケ子実体の重量とサイズに及ぼす影響

成松 眞樹

Influence of environmental conditions on weight and size of fruit-body of *Tricholoma matsutake*
in *Pinus densiflora* forest

Maki NARIMATSU

要 旨

調査地で5年間に発生したマツタケ子実体について、子実体ごとに発生期間中の気温、降水量、地中温度、土壌水分状態の代表値を求め、それらが子実体の生重量、サイズに及ぼす影響について検討した。その結果、いずれの項目も生重量、サイズとの相関が低く、影響は小さいことが推察された。一方、A₀層の厚さの推定値と全長には高い相関が認められ、A₀層の厚さを変えることによる子実体サイズの制御の可能性が示唆されたが、その処理が子実体発生量やシロ周辺の菌類相に及ぼす影響は不明であるため、今後の検討が必要である。

キーワード：マツタケ、重量、サイズ、環境的条件、A₀層

目 次

1 はじめに	46	3 結果と考察	47
2 方法	46	3.1 子実体発生量	47
2.1 調査地	46	3.2 子実体の生重量	47
2.2 子実体発生調査	46	3.3 子実体のサイズ	47
2.3 子実体の採取	46	3.4 子実体の生重量とサイズの関係	47
2.4 測定	46	3.5 環境的条件	48
2.4.1 子実体の重量	46	3.6 子実体の生重量と環境的条件の関係	48
2.4.2 子実体のサイズ	46	3.7 子実体のサイズと環境的条件の関係	48
2.4.3 環境的条件	46	4 おわりに	49
		引用文献	49

1 はじめに

2005年の岩手県のマツタケ (*Tricholoma matsutake* (S. Ito et Imai) Sing.) 生産量は6.6t¹⁸⁾で、同年の国内生産量²¹⁾の16.8%を占める。また、2002年～2006年の東京都中央卸売市場築地市場での岩手県産マツタケの平均単価は33,246円/kgで²⁶⁾、年により変動するものの、他の農産物と比較して高額である。マツタケは、その単価の高さから、発生地域周辺の住民の重要な収入源となっている¹⁾。一般に、収入額は出荷量と単価で決定される。マツタケはアカマツ (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) 等との共生菌であり¹⁹⁾²⁷⁾、人工的な栽培方法が解明されていない。このため市場への出荷量は自然状態での発生量に規定され、その制御は困難である。一方、市場での単価は入荷量などの影響により変動するが、同一取引日における子実体一本あたりの単価は、主として重量と子実体の状態に規定される¹³⁾。従って、収入の向上には、子実体一本あたりの重量を増加させることが効果的であると思われる。子実体の重量に影響を及ぼす要因として、マツタケと同様にハラタケ型の子実体を形成する数種類の担子菌では、遺伝などの内在的な要因¹⁷⁾と、子実体発生期の温度、湿度¹⁷⁾、菌糸体の量²⁵⁾などの外在的な要因が報告されている。マツタケ子実体の生重量の88.3%は水分であることから¹⁵⁾、これらと同様に、その重量、サイズが水分に関連した外在的要因に影響を受けることが予想される。また、マツタケの子実体は地下の菌根塊(以後「シロ」とする)から発生するため¹⁴⁾¹⁹⁾、子実体の生長の過程における地中と大気中の二種類の環境下での外在的要因の影響についても検討する必要がある。さらに、子実体の重量はサイズに規定されるため、外在的要因がサイズに及ぼす影響に関しても、重量と同様に検討する必要がある。こうした外在的な要因のうちの温度や湿度などの環境的条件の影響に関して、マツタケでは主に発生量の変動要因の解明を目的とした研究が行われ、子実体の発生量には降水量などが影響を及ぼすことが示されているが²⁾⁵⁾、環境的条件の重量、サイズへの影響に関する報告は少なく、寒冷地域で行われた報告も無い。そこで本報では、寒冷地方におけるマツタケ子実体重量の制御に関する知見の収集を目的に、気温、地温、降水量、土壤水分状態、A₀層の厚さが、子実体の重量、サイズに及ぼす影響について検討した。

2 方法

2.1 調査地

岩手県岩手郡地方のアカマツ林に、約0.2haの調査地を設定した。調査地は南西向き、緩傾斜の尾根上に位置

し、標高は360m～380mである。アカマツの樹齢は約10～85年で、平均胸高直径は24.8cmである。

2.2 子実体発生調査

調査地における子実体発生期間を既報¹⁸⁾より9、10月と想定し、2001年～2005年の5年間の子実体発生期間中の概ね毎日、子実体の発生調査を行った。発生調査は前年の子実体発生地点付近の観察によった。子実体の一部が地表に露出し、もしくは地表の落葉層が顕著に盛り上がり、子実体の存在が地上から容易に認識される状態となった日を子実体発生日とした。

2.3 子実体の採取と生育期間の算定

調査地内で発生したマツタケの子実体を全て採取した。マツタケ子実体の生長は、傘下面の膜が切れ、ヒダが開放(開傘)された後に停止する⁴⁾¹⁰⁾¹⁶⁾。そこで、重量とサイズを正確に把握するために、開傘後に子実体を採取した。採取に先立ち、子実体の軸とA₀層表面との接線を記録し、これを地際線とした。その後、子実体に軽く揺動を与えて軸の基部と菌根層との接合部を切断し、採取した。軸の基部に付着した菌根や土などは、採取時に除去した。各子実体の発生日と採取日の間を生育期間とした。採取された子実体のうち、発生日を確認できなかったもの、生長停止までに腐敗したものなどを以後の解析から除いた。これらのうち、A₀層中で開傘した子実体の数は11本であった。以上の子実体を除く530本を以後の測定に供した。

2.4 測定

2.4.1 子実体の重量

採取した全ての子実体の生重量を測定した。乾燥による重量の変化を防ぐために、子実体を測定の前日まで保冷庫に保管し、かつ測定は採取から24時間以内に行った。測定には精密電子天秤(PM600, METTLER社製)を用いた。

2.4.2 子実体のサイズ

軸を傘から切断し、切断面と軸の末端の曲線長を、伸縮性の低い糸を用いて測定した。傘側の切断面と傘の頂部間の距離をノギスで測定した。これらの値を合算し、子実体の全長とした。採取時に記録した地際線と、軸の末端までの曲線長を測定し、この値を地下部長とした。さらに、全長から地下部長を減じ、その値を地上部長とした。また、傘の最大径をノギスで測定し、子実体の傘径とした。

2.4.3 環境的条件

気温と降水量は試験地最寄の気象庁アメダスデータ(盛岡市好摩)⁹⁾を用いた。地温は調査地の地下5cmに設置したセンサー(RTH-1010, エスペックミック株式会社製)により測定し、測定値を一時間毎にデータロ

ガー (RS-12, 同社製) で記録した。また、土壌中の水分状態の指標値として、土壌のマトリックポテンシャル (以下、 ψ_m と表記する) を測定した¹¹⁾。測定は調査地の地下10cmに設置したセンサー (SS-203A, ログ電子株式会社製) により行い、測定値を一時間毎にデータロガー (D1土壌水分8A, 同社製) で記録した。なお、 ψ_m は、その値が高いほど、生物にとって水が利用しやすい状態であることを示す。

以上の測定値から、測定の対象とした全ての子実体について、その生育期間中の日平均気温、日降水量、日平均地温の積算値と、 ψ_m の平均値を算出し、それらを各子実体の生育期間における環境的条件とした。

3 結果と考察

3.1 子実体発生量

各年に発生した子実体の総重量、本数、平均重量を表1に示す。総重量は年次間で異なり、最小値は2943.8g (2001年)、最大値は24664.8g (2004年)であった。発生本数も同様の傾向を示した。子実体の年平均重量は最小値が84.5g (2005年)、最大値は137.7g (2004年)であったが、2004年を除く年次間の差は小さかった。また、平均重量と発生本数の相関は低かった。

表1 子実体発生量

調査年	総重量 (g)	本数 (本)	平均重量 (g/本)
2001	2943.8	31	94.9
2002	11278.0	121	93.2
2003	4568.8	53	86.2
2004	24664.8	179	137.7
2005	12341.0	146	84.5
合計	55796.4	530.0	496.5

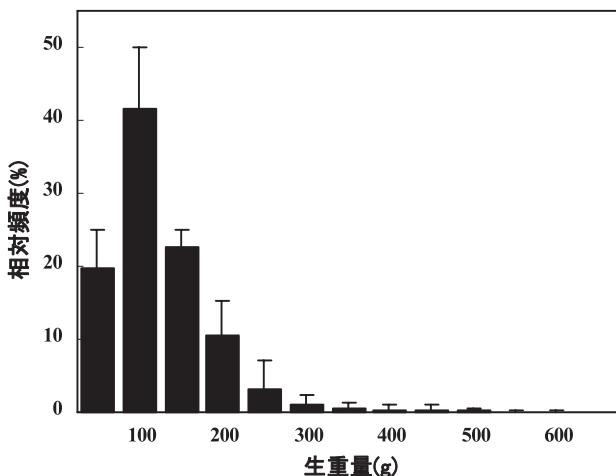


図1 子実体生重量の相対頻度分布

2001~2005年の平均値。横軸の数字はデータが属する階級の上限值を示し、図中のバーは標準偏差を示す

3.2 子実体の生重量

子実体生重量の2001~2005年での平均値の相対頻度分布を図1に示す。相対頻度は、頻度分布図に示した各階級に属する子実体本数を、合計本数で除することにより算出し、百分率で表した。出現頻度は階級により異なり、分布型は右裾広がりの一山型であった。子実体生重量の5年間での平均値は104.7gであった。300g以上の子実体の多くは、平均重量が最大であった2004年に発生した。2004年以外の年次間における構成比の顕著な違いは認められなかった。

3.3 子実体のサイズ

子実体の全長、地下部長、地上部長、傘径を表2に示す。5年間での平均値は全長が134.9mm、地下部長が56.5mm、地上部長が78.4mmで、地下部長が全長に占める割合は41%であった。全長、地上部長、傘径の各項目は年次間で有意差が認められた (分散分析, $p < 0.01$)。これらとは逆に、地下部長の年次間での変動は少なく、地下部長は全長によらずほぼ一定であることが示された。

3.4 子実体の生重量とサイズの関係

子実体の傘径と生重量には、 $r=0.80$ の高い正の相関が認められた (図2)。また、生重量と全長には、 $r=0.62$ の正の相関が認められた。さらに、生重量と地上部長、地下部長との相関係数は、それぞれ0.56, 0.34であった。

表2 子実体サイズの年平均値

調査年	全長 (mm)	地下部長 (mm)	地上部長 (mm)	傘径 (mm)
2001	140.7 ± 44.8	57.6 ± 26.6	83.0 ± 34.0	92.6 ± 27.6
2002	138.4 ± 30.1	54.1 ± 17.5	84.2 ± 22.6	94.1 ± 46.5
2003	131.4 ± 32.5	58.1 ± 23.7	73.2 ± 19.3	97.5 ± 23.9
2004	138.7 ± 32.3	58.1 ± 20.8	80.6 ± 22.1	116.1 ± 34.9
2005	127.3 ± 25.7	55.6 ± 19.4	71.7 ± 16.5	102.1 ± 24.2
平均	134.9 ± 31.5	56.5 ± 20.5	78.4 ± 22.1	104.0 ± 35.6

表中の数字はいずれも [平均値±標準偏差] を示す

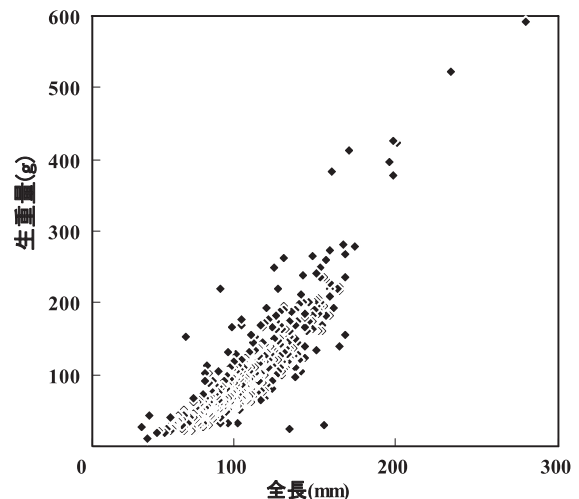


図2 子実体の生重量と傘径の関係

表3 環境的条件の年平均値

調査年	積算気温			積算降水量			積算地温			平均ψm		
	(°C)			(mm)			(°C)			(KPa)		
2001	122.3	±	38.2	22.2	±	17.3	122.5	±	37.0	-31.0	±	14.1
2002	156.3	±	50.6	66.5	±	26.4	145.5	±	41.8	-26.2	±	15.9
2003	122.0	±	41.9	22.2	±	18.6	117.4	±	38.3	-21.2	±	8.7
2004	142.8	±	42.8	75.4	±	47.9	135.0	±	39.4	-13.0	±	10.2
2005	138.9	±	43.0	20.9	±	11.8	139.1	±	43.5	-6.0	±	1.9

子実体ごとに算出した値を [平均値±標準偏差] で示した

これらの結果から、子実体の生重量はその全長が伸びるほど増し、生重量の増加に与える影響は、地下部よりも地上部が大きいことが明らかになった。そこで、子実体生重量を従属変数に、地上部長、地下部長、傘径を独立変数に、重回帰分析を行った結果、以下に示す重回帰式が得られた。

$$y=0.53x_1+0.39x_2+1.86x_3-162.90 \quad (R^{2*}=0.78 \quad p<0.001)$$

ただしx₁:地上部長, x₂:地下部長, x₃:傘径, R^{2*}:自由度調整済み寄与率

以上の結果から、子実体の生重量にサイズが影響を与え、その影響は傘径が最も大きいことが明らかになった。

3.5 環境的條件

各子実体の生育期間中における環境的條件の、各調査年における平均値を表3に示す。いずれの項目も、年次間で有意に異なった(分散分析, p<0.001)。子実体1本あたりの積算気温は2002年が156.3°Cで最も高く、2003年が122.0°Cで最も低かった。積算降水量は2004年が75.4mmで最も多く、2005年が20.9mmで最も少なかった。積算地温は積算気温と同様の傾向を示したが、値のばらつきは積算気温よりも小さかった。平均ψmは2005年が-6.0KPaで最も高く、2001年が-31.0KPaで最も低かった。

3.6 子実体の生重量と環境的條件の關係

子実体発生時期の降水量は、子実体の生重量に影響を及ぼすとされる¹³⁾。そこで、生重量を従属変数に、積算降水量とψmを独立変数に回帰分析を行ったところ、いずれも相関係数は低かった(表4)。生重量が300gを超える大型の子実体の発生本数が他の年よりも多かった2004年は、積算降水量が最多であったが、積算降水量と

表4 子実体生重量と環境的條件の關係

調査年	相関係数			
	積算気温	積算降水量	積算地温	平均ψm
2001	0.02	-0.12	0.03	0.37
2002	-0.02	0.03	-0.01	0.11
2003	-0.13	-0.01	-0.13	0.35
2004	0.23	0.32	0.24	-0.10
2005	0.00	0.01	0.00	0.09
合計	0.08	0.31	0.08	0.00

子実体生重量との相関はr=0.32と低かった。2004年とは逆に積算降水量が最少であった2005年でも、子実体生重量との相関はr=0.01と低かった。さらに、積算気温、積算地温及びψmについても同様の解析を行ったが、いずれも相関はr<0.37で低かった。以上の結果から、子実体生育期間中の環境的條件が子実体の生重量に及ぼす影響は小さいと考えられた。

3.7 子実体のサイズと環境的條件の關係

子実体の生重量と相関が高かった地上部長、傘径について、環境的條件の各項目と回帰分析を行った結果、いずれの項目も地上部長、傘径との相関が低く、年次毎に行った解析でもその傾向は同様であった。また、地下部長と環境的條件の相関もこれらと同様に低かった。一方、子実体のサイズに影響を及ぼす環境的要因として、伊藤ら⁷⁾はA₀層の深さを挙げている。本調査地のマツタケのシロはA₀層の直下に存在し²³⁾、子実体はその上部から発生する¹²⁾²³⁾。従って、本報で測定した地下部長は、シロの上部に堆積したA₀層の厚さの近似値と考えられる。そこで、地下部長と地上部長、傘径の相関分析を行ったところ、相関係数はそれぞれr=0.09, r=0.23と低かったことから、A₀層の厚さが地上部のサイズに直接及ぼす影響は少ないと考えられた。一方、地下部長と全長の相関はr=0.71と高かった(図3)。2.3に示した通り、A₀層中で開傘した子実体は全体の約2%であったことから、生

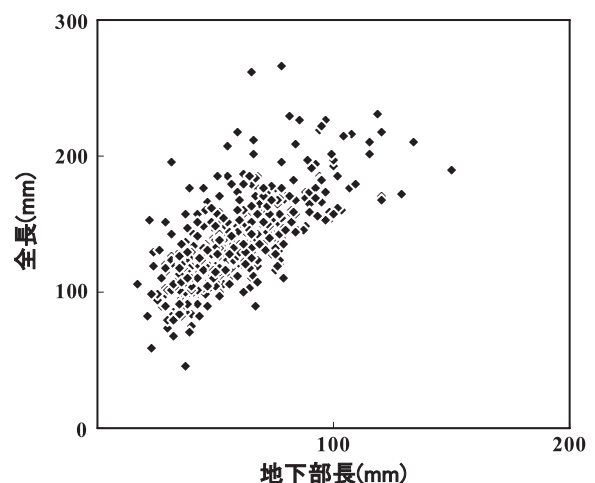


図3 子実体の地下部長と全長の關係

長を開始した子実体の多くは、少なくともその頂部がA₀層の上に露出するまでは生長を続けることが推察される。さらに、3.3に示した通り、地下部長は全長の41%を占める。従って、A₀層の厚さが地下部長を規定し、その結果が全長にも反映されたと考えられる。これらのことから、A₀層の厚さを変えることにより、子実体のサイズを制御できる可能性が示唆された。実際に藤田ら³⁾は、湿潤させた木粉を用いたシロの被覆により子実体を大型化させた事例を示している。さらに、マツタケの子実体の単価を低下させる一因となる⁷⁾¹³⁾キノコバエ科昆虫類の幼虫等による穿孔痕は、開傘後の子実体でより顕著に認められることから²²⁾、子実体サイズの制御に際して、傘をその直接的な対象とする場合には、弊害が生じることが懸念される。一方で、A₀層が厚い場所では、マツタケ菌と競合する菌類が増加することが知られる⁶⁾²⁰⁾²⁴⁾。また、被覆処理による発生量への影響も不明である。従って、子実体サイズの制御については、子実体サイズと菌糸体量の関係や、遺伝的因子の影響も含め、今後さらなる検討が必要である。

4 おわりに

調査地で5年間に発生したマツタケ子実体について、子実体ごとに発生期間中の気温、降水量、地中温度、土壌水分状態の代表値を求め、それらが子実体の生重量、サイズに及ぼす影響について検討した。その結果、いずれの項目も生重量、サイズとの相関が低く、影響は小さいことが推察された。一方、A₀層の厚さの推定値と全長には高い相関が認められ、A₀層の厚さを変えることによる子実体サイズの制御の可能性が示唆されたが、その処理が子実体発生量やシロ周辺の菌類相に及ぼす影響は不明であるため、今後の検討が必要である。

引用文献

- 1) 有岡利幸 (1997)「松茸」, 法政大学出版局, 東京.
- 2) 衛藤慎也・田辺紘毅・坂田勉・川上嘉章・山本忠義・枯木熊人・板橋正人(1999)甲山試験地における30年間のマツタケ発生に関する調査結果, 広島県立林業技術センター研究報告31:45~56.
- 3) 藤田博美・藤田徹・野崎愛(2002)アカマツ林の造成とマツタケの増産技術, 独立行政法人森林総合研究所編, 「公立林業試験研究機関研究成果選集」1:33~34.
- 4) 浜田稔(1953)マツタケ, 自然8(10):56~64.
- 5) 石川達芳・竹内栄(1970)林内灌水がマツタケ子実体の発生ならびに林内環境に及ぼす影響, 日本林学会誌52(12):362~368.
- 6) 伊藤武・小川眞(1979)マツタケ菌の増殖法(II)林内植生の手入れとマツタケのシロの増加, 日本林学会誌61(5):163~173.
- 7) 伊藤武・岩瀬剛二(1997)「マツタケ」, pp.132. 農山漁村文化協会, 東京.
- 8) 岩手県農林水産部林業振興課(2005)平成17年岩手県特用林産物統計表.
- 9) 気象庁, アメダスデータ.
- 10) 衣川堅二郎(1963)マツタケ発生に関する生態学的研究, 大阪府立大学紀要(農学・生物学) 14:27-60.
- 11) 小林政広(1999)土壌水分, 「森林立地調査法」pp.169~171, 博友社, 東京.
- 12) Lian, C.・Narimatsu, M.・Nara, K. and Hogetsu, T.(2006)*Tricholoma matsutake* in a natural *Pinus densiflora* forest:correspondence between above- and below-ground genets, association with multiple host trees and alteration of existing ectomycorrhizal communities. *New Phytologist* 171(4):825~836.
- 13) マツタケ研究懇話会(1983)「マツタケ山の作り方」pp.130, 創文, 東京.
- 14) 水口茂(2002) マツタケ子実体の菌糸走向性に関する形態学的観察, 日本応用きのこ学会誌10(2):103~109.
- 15) 文部科学省(2005)五訂増補日本食品標準成分表, 国立印刷局, 東京.
- 16) 成松眞樹(2005) 寒冷地方におけるマツタケ子実体原基形成刺激温度の推定, 第116回日本森林学会大会講演要旨集.
- 17) 大平郁男・松本晃幸・大久保充・前田俊夫・山根光治(1982)シイタケ子実体発生及び形態におよぼす温度の影響, 菌蕈研究所研究報告20:123~139.
- 18) 大森久夫(1997)岩手県におけるマツタケの発生と気象的要因, 岩手県林業技術センター研究報告7:67~72.
- 19) 小川眞(1975)アカマツ林における菌根菌-マツタケの微生物生態学的研究I, マツタケのシロ, 国立林業試験場研究報告272:79~121.
- 20) 小川眞(1977)アカマツ林における菌根菌-マツタケの微生物生態学的研究III, マツタケのシロ土壌と菌根における菌類相, 国立林業試験場研究報告

293:105~170.

- 21) 林野庁経営課特用林産対策室(2005)平成17年特用林産基礎資料.
- 22) 澤島拓夫, 成松真樹(2006)マツタケ子実体から得られる昆虫の生長段階による違い. 第117回日本森林学会大会講演要旨集.
- 23) Sawahata, T. and Narimatsu, M.(2006) Abundance of Collembola collected from ectomycorrhizal hyphal mats and fruiting bodies of *Tricholoma matsutake*. Journal of Forest Research 11:373~376.
- 24) 下川利之(1981)アカマツ林の下層植生の調節とAo層の除去がきのこと土壤生物に与える影響. 森林立地23(1):1~8.
- 25) 篠田茂・本間広之・松本則行・阿部一好・品田隆昭・武田綾子(2005)シイタケ菌床栽培における栽培管理技術の高度化試験—培地重量の違いが子実体の径級別収量に及ぼす影響について—. 新潟県森林研究所研究報告46:39~44.
- 26) 東京都. 東京都中央卸売市場年報.
- 27) Yamada, A.・Kanekawa, S. and Ohmasa, M.(1999) Ectomycorrhiza formation of *Tricholoma matsutake* on *Pinus densiflora*. Mycoscience 40(2):193~198.