

毒キノコはお暑いのが好き!?

～六甲山のキノコの多様性を気象要因から探る～

兵庫県立御影高等学校 環境科学部生物班

中村 雄太郎(2年) 阿波田みのり(2年) 新保悠里乃(2年) 林真理菜(2年) 高岡まりあ(2年)

廣岡季陽里(1年) 飯田龍暉(1年) 成将希(1年) 西端実弥美(1年) 中原雨音(1年) 砂川真智子(1年)

目的

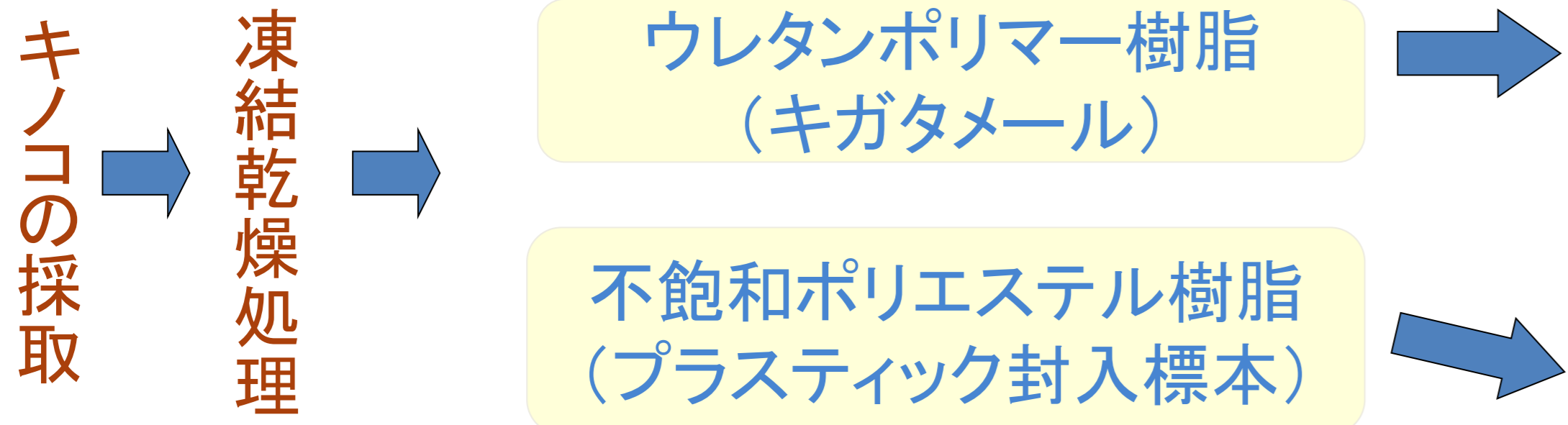
本校では平成20年度から兵庫県立人と自然の博物館や兵庫きのこ研究会と協力しながら、六甲山再度(ふたたび)公園のキノコの多様性を標本作成や出現記録の分析から調査しています。フィールド調査を行っている時、毒キノコは夏の観察会の時に個体数も種数も多く見られるような気がしました。そこで今回は毒キノコや可食キノコの出現に、気温や降水量がどのように関係しているのか選好指数を用いて調査し、これらのキノコが好む環境を明らかにしたいと思います。



方法

①キノコの標本化について

キノコの標本化により種数や形態の多様性を明らかにしました



外部発表・企画展



8年間で460種600点あまりを標本化しました。兵庫きのこ研究会の観察記録では、過去14年間で1000種ほど確認されているので、再度公園で見られるキノコの約三分の一の標本化に成功したことになります。これらの標本は地域の施設や兵庫県立人と自然の博物館で展示し、多様性を標本から伝えています。

②選好指数による分析

キノコ1種ずつの気温と降水量に対する選好度を調べました

- ① エクセルのピボットテーブル機能で良く見られる種を抽出
- ② キノコごとの出現環境を気温と降水量の気象記録をもとに選好指数(下記の計算式に基づく)で計算
- ③ キノコの種類ごとに好む環境(指数0~1)を抽出
- ④ 抽出したキノコの出現傾向をグラフ化

選好指数とは

選好指数(D)とは、生物がその条件をどれだけ好んで利用しているかを数値で示したもので右の式でもとめられます。マイナス1~プラス1の範囲であわされ、1に近いほど選好性が高いことを示します(Jacobs, J. 1974)。

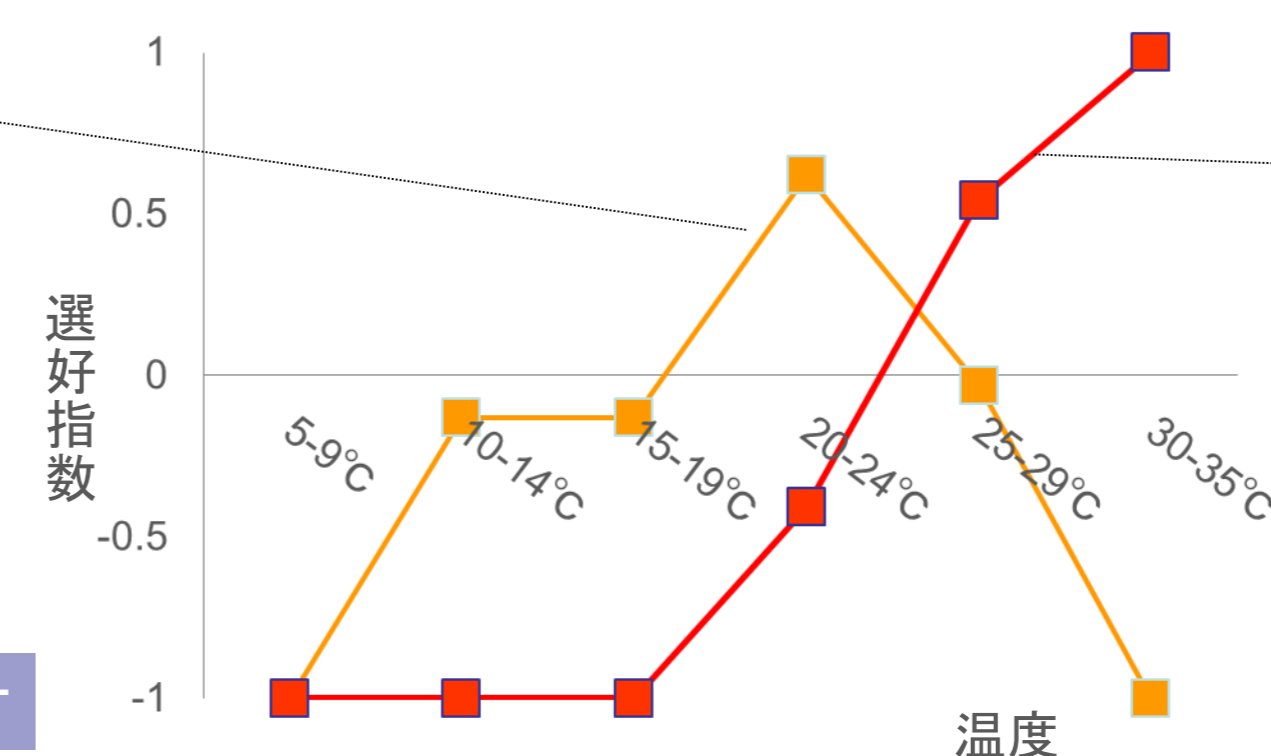
$$D = \frac{r - p}{r + p - 2rp}$$

D 選好指数
r 利用率 その環境を利用した割合
p 全体率 全体に占めるその環境割合



イボテングタケ

例えばこんなことがわかります



コテングタケモドキ

イボテングタケとコテングタケモドキ(アカハテングタケ)の気温選好度の比較

毒キノコであるイボテングタケとコテングタケモドキ(アカハテングタケ)は、どちらも夏に観察できますが、気温選好指数を比較すると、イボテングタケはやや涼しい20℃~24℃の環境を好み、コテングタケモドキは25℃以上の高温環境を好むことがわかります。したがって盛夏に見られるイボテングタケは、好きな条件ではないが頑張って出現していることとなります。

結果

①出現傾向の分析

再度公園でよく見られるキノコは何かを探しました

図1

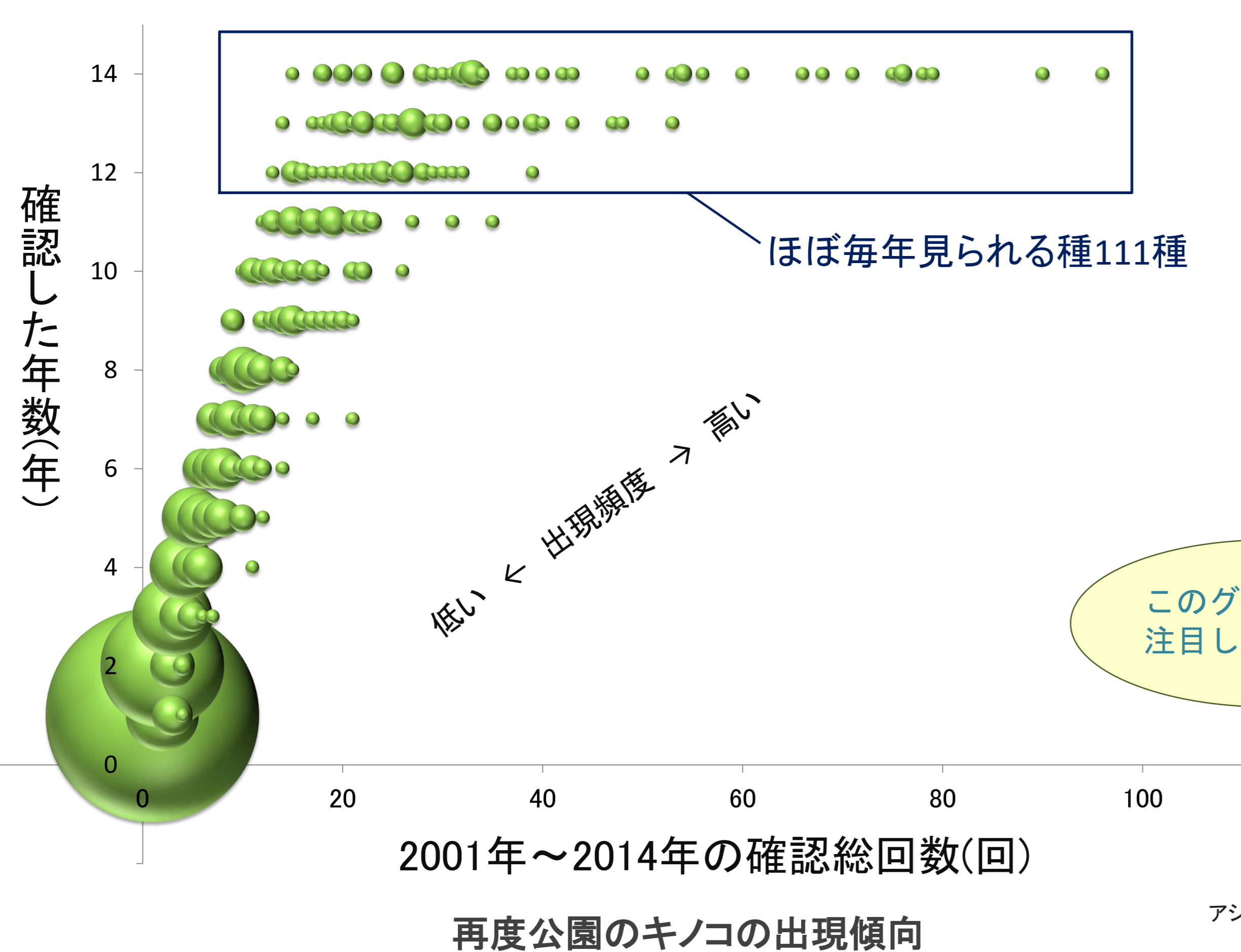


図1はキノコの出現頻度と種数の関係をエクセルのピボットテーブルで調べたグラフです。過去14年間で1回でも見つかった場合を1とカウントした数が縦軸の確認した年数、横軸は確認された総回数を示します。またバブルの大きさは種数の多さに比例します。右上に行くほどよく見られるキノコを、左下に下がるほど出現頻度が低い珍しいキノコを示します。この結果から、よく見られるキノコの種数は少なく、出現頻度の低い珍しいキノコは種数が多い事がわかります。従って六甲山再度公園の多様性は稀少種が支えていると言えます。次に確認した年数が14, 13, 12の過去14年間にほぼ毎年見られた種111種を抽出しました。さらにSP群や名称が不確定なキノコを除外し、今回の分析に使用しました。これらのキノコは観察回数が多いため統計的に有意であると考えました。

図2

対象キノコ一覧(105種 *SP群や名称が仮称のキノコは除外しました)

	毒キノコ	可食キノコ (要注意キノコを含む)	不食キノコ	不明キノコ
菌根菌	イボテングタケ カキシメジ ガンタケ キチチタケ クロコタマゴテングタケ コテングタケモドキ シロオニタケ タマゴテングタケモドキ ドクツルタケ ドクベニタケ ヒメカタシヨウロ フクロツルタケ ヒメコナブリツルタケ クロハツ コタマゴテングタケ	アイバシロハツ アイタケ アカハツ アカヤマドリ アミタケ ウラムラサキ オオキツネタケ カレバキツネタケ キクバナイグチ キツネタケ ケシヨウハツ ヌメリイグチ ハツタケ ムラサキアブラシメジモドキ ムラサキフウセンタケ ヌメリコウジタケ チチアワタケ カバイルツルタケ オウギタケ ツチグリ ヤマドリタケモドキ ヒナアンズタケ ハマシメジ	アカカバイルタケ アンナガイグチ ウコンハツ カラムラサキハツ クリカワヤシイグチ チョウジチチタケ ニオイコベニタケ ニガイグチモドキ ミドリニガイグチ キヤマベニイグチ キアミアシイグチ ヒロハウスズミチチタケ	オオオニテングタケ ナガエノチャワンタケ ニセヒメチチタケ
	アカイボカサタケ サクラタケ ニガクリタケ チャツムタケ フクロシトネタケ イタチタケ ミノモミウラモドキ ワサビタケ ワサビカレバタケ ニワタケ	アマタケ ヒメキクラゲ ウラベニガサ カンゾウタケ シタケ タマキクラゲ トガリアミガサタケ ノウタケ ヒトヨタケ ホコリタケ マツオウジ マツカサキノモドキ ハタケシメジ ニセマツカサシメジ ムラサキシメジ ナラタケモドキ	アミスギタケ ウチワタケ ヒメカンムリタケ カイガラタケ カワラタケ スエヒロタケ ヒトクチタケ チャウロコタケ チャカイガラタケ ツガサルコシカケ ニセキンカクアカビヨウタケ ヒメカバイルタケ ネンドタケモドキ サケバタケ ハチノスタケ ヒロイタケ ニッケイタケ チシオタケ ミロアミタケ ヤグラタケ ハカワラタケ オシロイタケ ワヒダタケ	キチャホウライタケ フサヒメホウキタケ モエギタケ

*可食キノコに含まれる要注意キノコ(毒成分を含む可能性があるもの)は赤色文字で示しています。

②毒キノコが好む出現環境とは？

気温、降水量の嗜好指数が0以上の環境におけるそれぞれのキノコの割合を求めました。

図3 気温

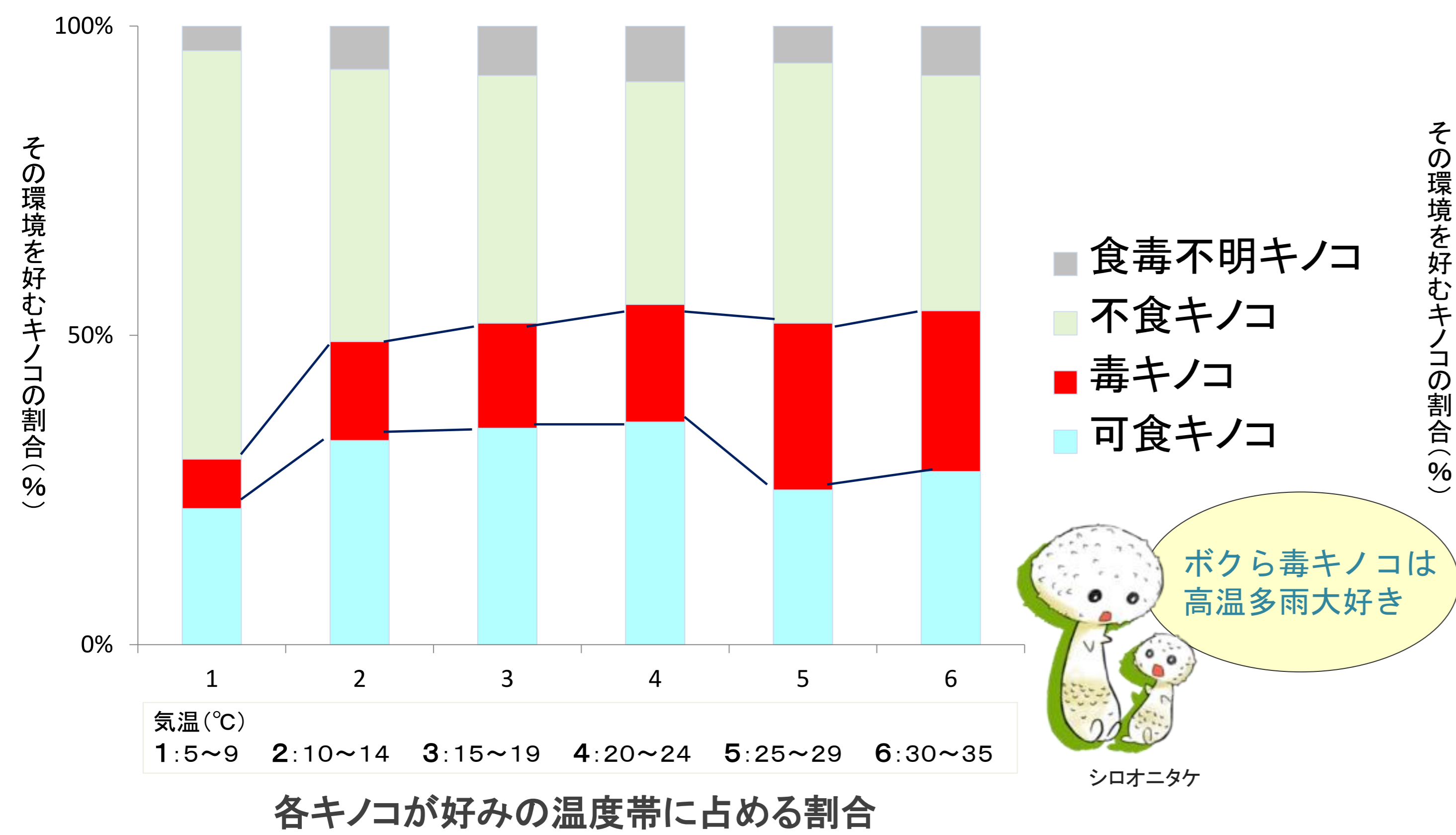


図4 降水量

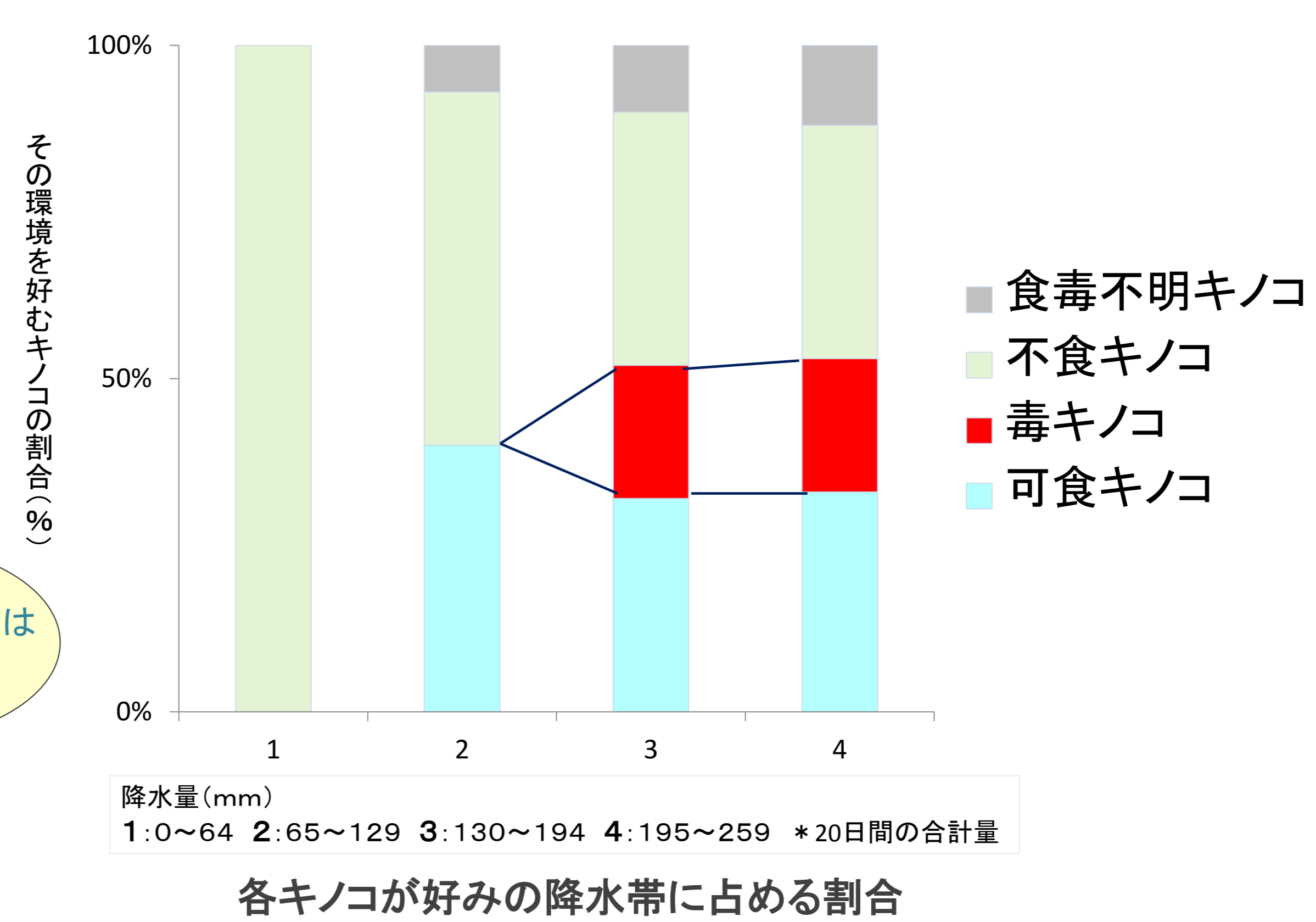


図3は、可食キノコや毒キノコなどが最も好む気温、降水量の時、それぞれ全体の何割を占めるかを示したグラフです。毒キノコは高温を好む傾向があり、特に気温が25°Cを超えると可食キノコとほぼ同じ出現率となります。また図4は各キノコが好む降水量を示していますが、毒キノコは可食キノコと異なり、少ない雨は好みません。

③毒キノコの菌根菌と腐生菌にはどのような特徴がみられるのか？

毒キノコを菌根菌と腐生菌に分け、気温と降水量で0以上の嗜好指数をとる条件を散布図にまとめました。

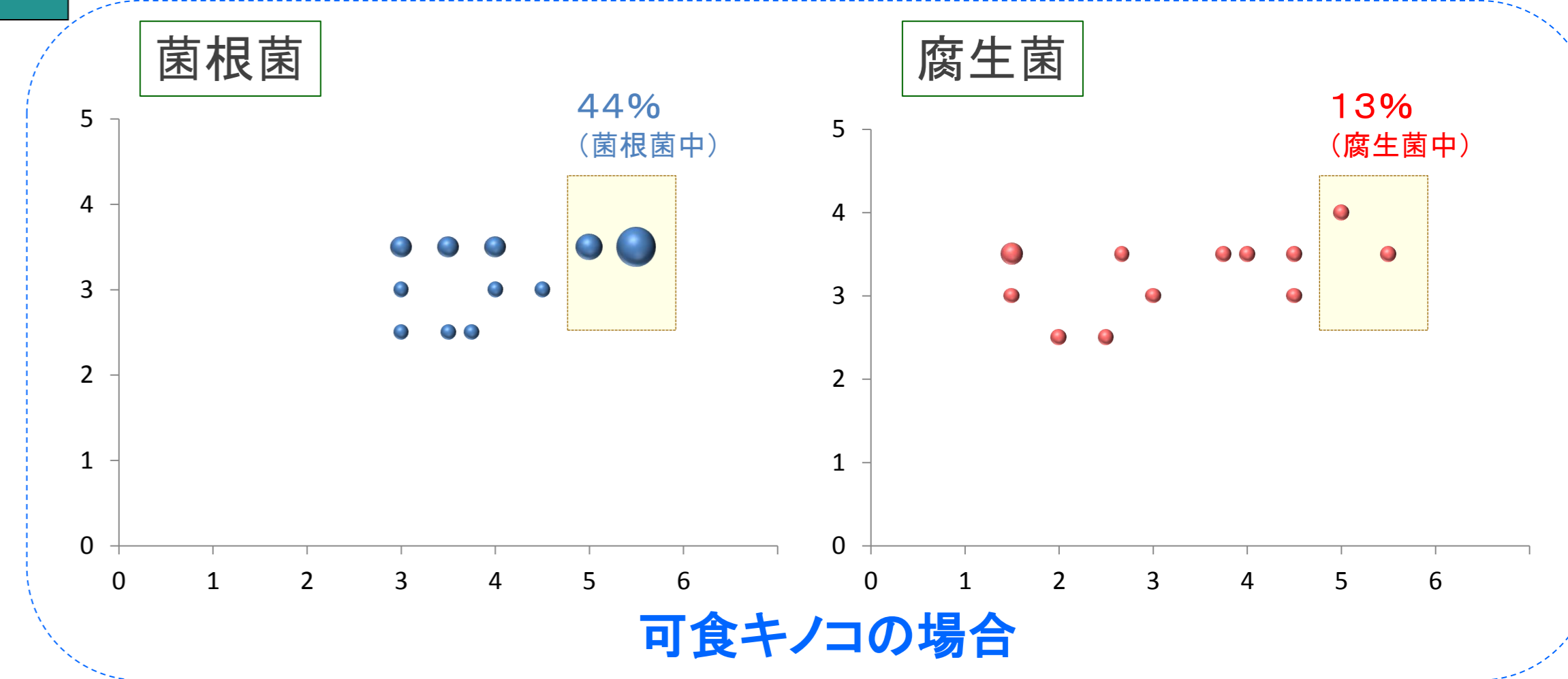
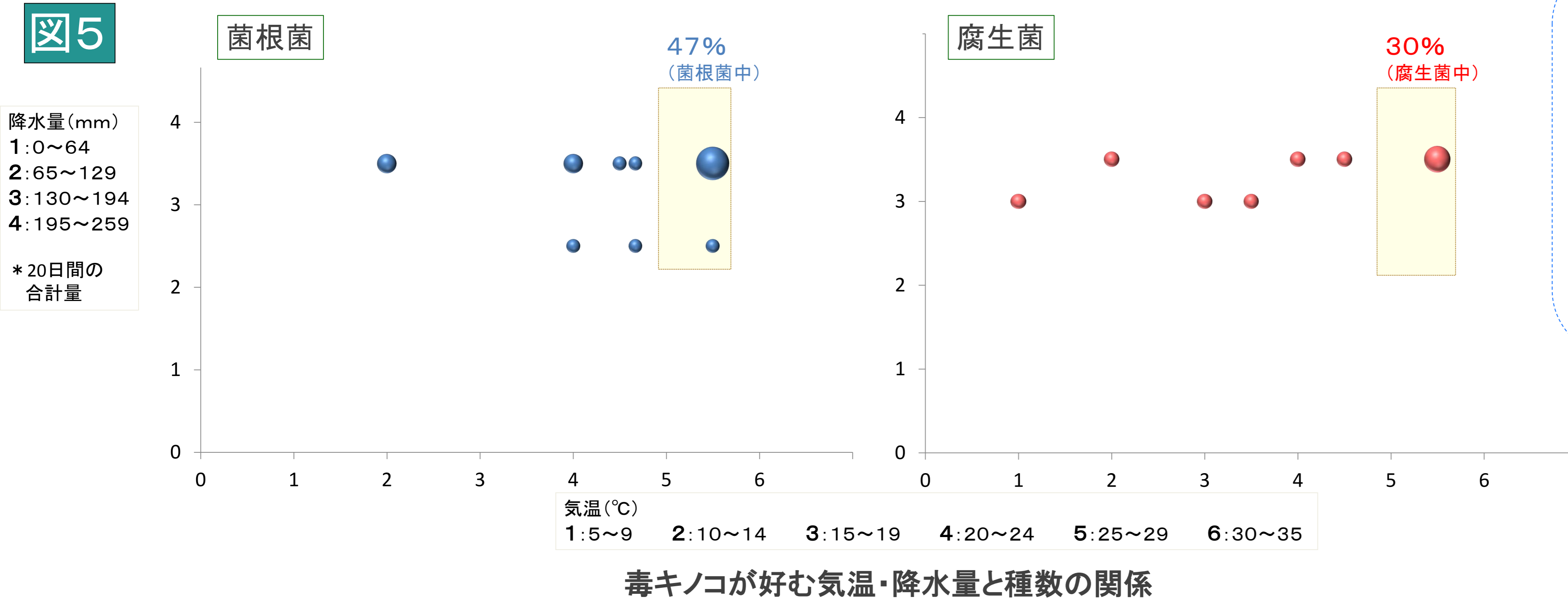


図5は毒キノコを菌根菌と腐生菌に分け、どの気温帯、降水帯を好むか散布バブルグラフにしたものです。バブルの大きさは種数を表します。この結果を見ると、菌根菌は腐生菌に対して高温域を好み、菌根菌の毒キノコのうち87%が25°C以上を好んでいました。この傾向は可食キノコでも見られ(図6)、毒キノコと同様に菌根菌が高温領域に多く出現しています。次に同様の傾向がキノコ全体でも見られるのかどうかを調べました。

④キノコ全体では菌根菌と腐生菌にどのような特徴がみられるのか？

全キノコ105種を菌根菌と腐生菌に分け、気温と降水量で0以上の嗜好指数をとる条件を散布図にまとめました。

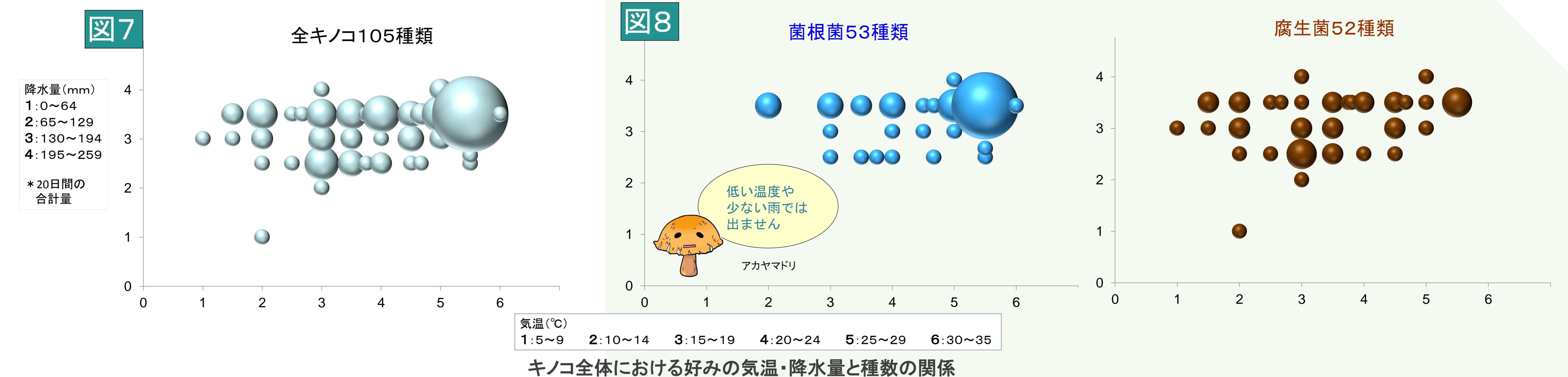
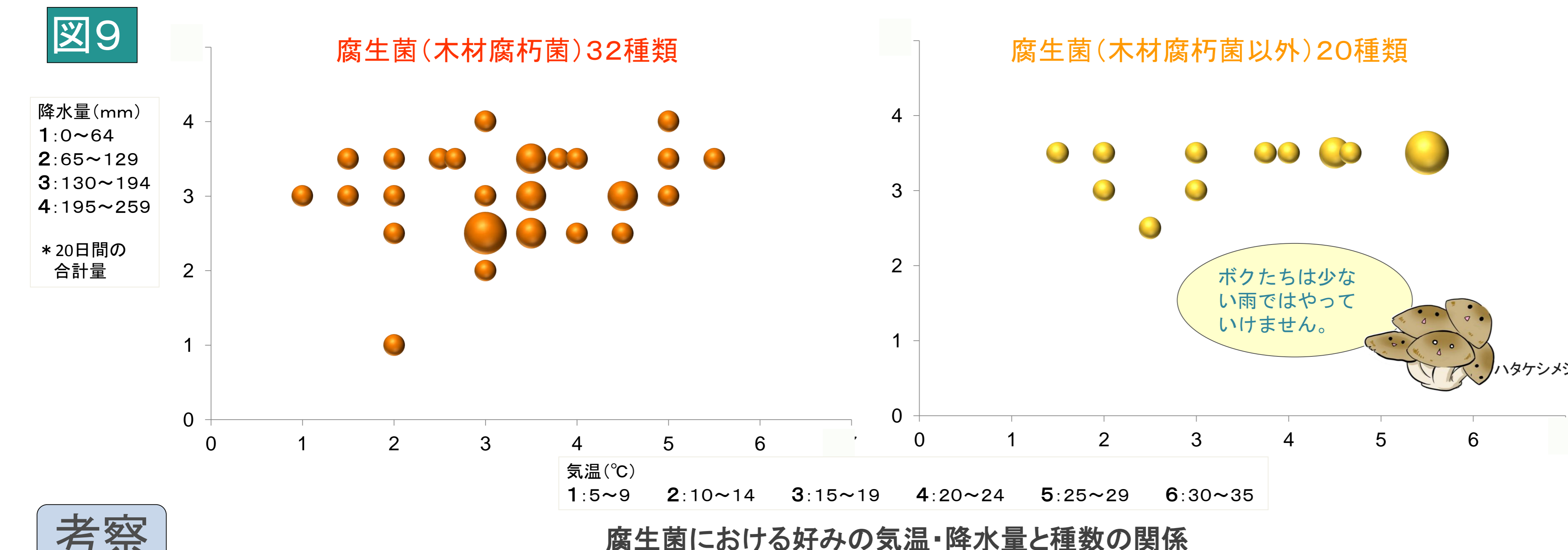


図7は、各キノコの嗜好指数が0以上を示す気温、降水量の条件を散布バブルグラフにしたものです。気温は5°C~35°C、降水量は0~259mmの範囲を好んで発生しています。また、気温の条件は幅が広く、特に25°C以上を好むキノコが大多数を占めました。一方降雨条件は200mm前後の雨量を好むものが多いことがわかりました。

図7のキノコを菌根菌と腐生菌に分けて表示したものが図8です。菌根菌は腐生菌に比べ高温多雨を好む傾向があり、菌根菌のうちの72%が25°C以上の高温環境を好んでいます。一方腐生菌は気温、降水量ともに幅広い範囲を好んでおり、菌根菌と対照的です。このように菌根菌は気象要因の感受性の幅が狭く、高温多雨環境を好むのに対し(降水量標準偏差0.36、気温標準偏差1.09)、腐生菌は気温や降水量の感受性に幅があり(降水量標準偏差0.56、気温標準偏差1.26)、多様性があることがわかりました。これは木から生える木材腐朽菌の割合が高いこと、乾燥に強い硬質菌が多く含まれていることが要因と思われます。

⑤多様性を支えているのは木材腐朽菌！？

腐生菌の中で木材腐朽菌とそれ以外のキノコの気象条件の好みを調べました。



腐生菌52種を木から生える木材腐朽菌とそれ以外のものに分け、好みの気温、降水量を散布バブルグラフにしました。木から生えるキノコは気温、降水量ともに感受性に幅がありますが、それ以外の土、葉などから生えるキノコは、気温の感受性にのみ幅があり、降雨は一定の量が必要です。このことから、気象要因の多様性を支えているのは、腐生菌の中の木材腐朽菌であることが判明しました。

考察

毒キノコには高温多雨の環境を好む傾向が見られました。また腐生菌に比べて菌根菌に高温環境を好む傾向が見られました。この傾向は可食キノコを含むキノコ全体の傾向としても見られ、毒キノコに限らず、菌根菌全体が腐生菌に比べ高温多雨環境を好むことがわかりました。その理由として、宿主の植物との共生関係が考えられます。すなわち、光合成の有利な条件が、毒キノコを含む菌根菌全般に有利な条件として働いていると思われます。余裕ある光合成産物の供給が、毒成分をはじめとする様々な物質の合成の原料として役立っているのかもしれない。一方腐生菌は低温から高温、少雨から多雨と多様な環境に適応しており、その傾向は木材腐朽菌で顕著です。保水性に優れた木材に多くのキノコが関わりながら、木の分解を行っていると思われます。このように様々な気象条件に対応する多様なキノコが、豊かな森林環境を支えていると思われます。