

【背景】昆虫類は、様々な環境へ進出するばかりでなく、普通の動物では利用困難な餌資源を利用するものまで知られる。これらの昆虫は微生物と共生関係を結ぶことでそのような利用困難な資源を利用可能になったことがわかりつつある。

昆虫の中でも特に顕著な多様化を遂げた甲虫では、多くの種類で消化管などから様々な酵母が見出されている。しかしながら、甲虫-酵母共生系における酵母の役割はほとんど不明である。木材は森林に豊富に存在する、窒素が乏しくかつ難分解性物質（セルロース、ヘミセルロース、リグニン）に富む、利用困難な資源である。木材依存性甲虫が木材を資源として利用可能になったのは、それらを分解する酵母と共生関係を持つことに起因するかもしれない。

本研究は、木材依存性甲虫の一種二ホンホホビロコメツキモドキ *Doubledaya bucculenta* (オオキノコムシ科コメツキモドキ亜科) (以下二ホンホホビロ) に着目する。ホホビロのメス成虫は、腹端にポケット(菌嚢)を有し、その内に *Saccharomycetaceae* 科の酵母 *Wickerhamomyces anomalus* を蓄えて運搬する。枯れたメダケ竹に孔を開け、空洞内に産卵する際、酵母も同時に接種する。幼虫は酵母を空洞全体に広げて「農園」を作り、その酵母を食べて成長し、空洞内で羽化する (Toki et al. 2012, 2013 PLoS ONE)。



メダケに産卵し、菌を接種する二ホンホホビロコメツキモドキのメス

【目的】① 二ホンホホビロの共生酵母はタケに含まれる難分解性成分を分解し、幼虫のエサとなっているのか？

② タケを利用する二ホンホホビロの近縁種の共生酵母も同様な機能を有するのか？

### ①-1 <タケの糖組成>

宮崎県川南町産のメダケの髄組織(髄)、酵母培養後の髄組織(酵母)、幼虫飼育後の髄組織(幼虫)に含まれる糖をイオンクロマトグラフィー分析によって調べた。

表1. 各成分の組成重量比

抽出成分		髄	酵母	幼虫
遊離糖	Ara	0.00010	0.00000	0.00000
	Gal	0.00024	0.00001	0.00001
	Glc	<b>0.00810</b>	<b>0.00075</b>	<b>0.00135</b>
	Xyl	0.00001	0.00001	0.00003
	Man	0.00000	0.00006	0.00001
	Fru	<b>0.03349</b>	<b>0.00028</b>	<b>0.00044</b>
	Suc	<b>0.00193</b>	<b>0.00018</b>	<b>0.00021</b>
	GalA	0.00010	0.00000	0.00000
構成糖	Ara	0.01093	0.01378	0.01281
	Gal	0.00802	0.00962	0.00946
	Glc	0.38271	0.41210	0.42981
	Xyl	0.18212	0.17121	0.18219
	Man	<b>0.00012</b>	<b>0.02480</b>	<b>0.00284</b>
	Cello	0.00383	0.00376	0.00484
	Suc	0.00085	0.00090	0.00087
	GalA	0.00117	0.00118	0.00099
	GlcA	0.00010	0.00012	0.00010
クラウンリグニン		0.17660	0.16663	0.17869
不明		0.03299	0.02081	0.01446
合計		0.96701	0.97919	0.98554

Ara: アラビノース, Gal: ガラクトース, Glc: グルコース, Xyl: キシロース, Man: マンノース, Fru: フルクトース, Cello: セロビオース, Suc: スクロース, GalA: ガラクツロン酸, GlcA: グルクロン酸

太字は処理間に大きな差が見られたことを表す。

【まとめ】コメツキモドキは、種によって共生酵母の材の分解に対する生理的特性が異なり、難分解性物質を強く資化できる酵母もいれば、そうでない酵母も認められた。

コメツキモドキ-酵母共生系において、タケの利用には、必ずしも共生菌の難分解性物質利用能力が重要ではないことを示唆する。

### ①-2 <W. anomalusの炭素源資化性>

二ホンホホビロ共生酵母 *W. anomalus* がメダケ中の糖を資化するかどうかを、それぞれの糖を唯一の炭素源として加えたYNB培地で7日間培養し(25℃、全暗)、増殖の程度を調べた。

表2. *W. anomalus*の炭素源資化性

糖	Ara	Gal	Glc	Xyl	Man	Cello	Fru	Suc	GalA	GlcA	Amy	Xylan	Cel
資化性	-	-	++	+	++	+	++	++	-	-	w	w	-

Amy: デンブ、Xylan: キシラン(トウモロコシ)、Cel: セルロース  
- 資化性なし、w 弱い資化性あり、+ 資化性あり、++ 強い資化性あり

二ホンホホビロ共生酵母 *W. anomalus* はタケに含まれるキシロースやアラビノースなどの難分解性物質を積極的に分解するのではなく、スクロースやフルクトース、グルコースなどの利用しやすい物質を基質に増殖し、二ホンホホビロ幼虫のエサとなっている可能性が考えられた。

ただし、*W. anomalus* はキシランやキシロースに資化性を示したことから、糖分析からは検出できないまでも、これらを利用して幼虫の成長に貢献しているかもしれない。

### ② <コメツキモドキ共生酵母の炭素源資化性>

二ホンホホビロと同属で、幼虫がタケの中で育つベトナム産コメツキモドキ2種の共生酵母(*D. ustulata*由来の2種、*D. ruficollis*由来の1種)がタケに含まれる難分解性成分を資化するかどうかを、①-2と同様に糖+YNB培地で7日間培養し(25℃、全暗)、増殖の程度を調べた。

表3. コメツキモドキ共生酵母の炭素源資化性

糖	Ara	Gal	Glc	Xyl	Man	Cello	Fru	Suc	GalA	GlcA	Amy	Xylan	Cel
<i>D. ustulata</i> 共生酵母1	-	w	+	w	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>D. ustulata</i> 共生酵母2	-	++	+	++	++	++	+	w	-	-	-	++	-
<i>D. ruficollis</i> 共生酵母	-	++	++	++	++	++	++	++	-	-	w	++	-

二ホンホホビロ共生酵母と異なり、*D. ustulata* 共生酵母2や *D. ruficollis* 共生酵母はタケに含まれるキシロースやキシランなどに強い資化性を示したことから、利用しやすい物質だけでなくこれら難分解性物質も積極的に分解して幼虫の成長に貢献する可能性が示唆された。

*D. ustulata* 共生酵母1の場合、難分解性物質はほとんど利用できなかった。この酵母は、幼虫の成長に貢献しない便乗性の酵母か、異なる機能を有する共生酵母の可能性が考えられた。