

氏名(本籍)	かね こ れい じ 金 子 令 治 (茨 城 県)			
学位の種類	博 士 (農 学)			
学位記番号	博 甲 第 5727 号			
学位授与年月日	平成 23 年 3 月 25 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
審査研究科	生命環境科学研究科			
学位論文題目	イエシロアリによるペーパースラッジの代謝と水素ガス発生に関する研究			
主査	筑波大学教授	農学博士	土 居 修 一	
副査	筑波大学教授	農学博士	大 井 洋	
副査	筑波大学准教授	工学博士	梶 山 幹 夫	
副査	筑波大学准教授	博士(農学)	青 柳 秀 紀	
副査	筑波大学講師	博士(農学)	吉 田 滋 樹	

論 文 の 内 容 の 要 旨

ペーパースラッジ(以下、スラッジ)は紙パルプ工場から廃棄物として大量に排出されているが、国内では焼却処分されており、含まれる繊維成分等の炭水化物が有効に利用されていない。その炭水化物は、シロアリの生物化学反応を利用することによって水素ガスに変換することが可能である。食材性シロアリは、腸内に共生する微生物の助けを借りて、リグノセルロースをエネルギー源としており、代謝物の一部を水素ガスとして体外に排出している。本研究では、イエシロアリがスラッジを分解・代謝する過程における物質代謝と物質収支、水素ガス発生に及ぼすスラッジ成分の影響を明らかにすることを目的とした。

2種類のスラッジをイエシロアリに摂食させ、スラッジに含まれる炭水化物の取り込みと水素ガス生成について検討した。スラッジの無機物含量が50%程度と高いにもかかわらず、イエシロアリはスラッジを摂食した。スラッジとそれを摂食後のイエシロアリ排出物を分析・比較した結果、炭水化物消化率は70～80%であり、食材性シロアリであっても大量の無機物が混在する炭水化物を利用でき、生存にも影響を与えないことを明らかにした。スラッジから水素へのエネルギー転換率は4%程度と試算され、転換率向上のためには更に検討が必要であると考えられた。ただし、シロアリによるスラッジ処理では、焼却処理と比較して処理に要するエネルギー使用量が20%程度削減可能であることが明らかになった。

次に、スラッジのリグニン含量の違いが水素ガス発生に影響する要因のひとつであると考え、リグニンとパルプからなるモデル試料を以下の [1] および [2] の方法で調製して実験を行った。[1] パルプにリグニンを添加する方法: 漂白パルプにアルカリリグニンを含浸させることによりリグニン含量の異なるパルプを調製した。[2] 木材からリグニンを除く方法: 蒸解条件を変えることにより、アカマツチップから残留リグニン含量の異なる一連の未漂白パルプを調製した。これらの試料を摂食させた結果、[1] では1.5%、[2] では4.3%のリグニンを含む場合にシロアリからの水素生成量が最大となった。さらにリグニンを多く含む試料を摂食させても水素生成量は大きくはならなかった。すなわち、リグニンがある一定範囲の低濃度含まれる試料においては、水素生成量が增大することが明らかになった。上述の試料を摂食後のシロアリ腸内微生物叢をPCR-DGGE法で解析した結果、リグニン含量の差によって微生物叢が変化していた。この変化によ

てシロアリからの水素生成量が影響を受けたものと考えられた。

イエシロアリに取り込まれたリグニンが体内で低分子化し、その結果生成した芳香族単量体が腸内微生物に作用していると推定した。そこでバニリン、アセトバニロン、3,4-ジメトキシベンズアルデヒド、3',4'-ジメトキシアセトフェノンのそれぞれをセルロース試料に添加してイエシロアリに摂食させ、水素生成に与える影響を検討した。バニリンを含むセルロースを摂食させると摂取量に対する水素生成量は対照のセルロースよりも大きかった。次に、芳香族単量体の添加量が水素生成に与える影響をより明確にするため、セルロースを摂食させたイエシロアリから内容物を含む腸を摘出して培地に懸濁し、そこにバニリン、3,4-ジメトキシベンズアルデヒドを添加して水素生成量を測定した。その結果、バニリン 10ppm の添加量では水素生成量が增大したが、100ppm では無添加との間で差が見られなかった。同様の傾向は3,4-ジメトキシベンズアルデヒドを添加した場合にも認められた。リグニンを数%含むパルプをシロアリに強制摂食させると水素生成量が大きくなる機構のひとつとして、摂食されたリグニンがシロアリ体内で分解され、それによって生成する微量の芳香族単量体が腸内微生物叢に影響を与えシロアリの水素生成量が変化したものと考えられた。

本研究で得られた知見は、ペーパースラッジのような廃棄物の処理に適用できるだけでなく、リグノセルロースを原料とした水素ガスへの変換技術の開発にも適用することができる。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究では、紙パルプ工場の廃棄物ペーパースラッジをイエシロアリに摂食させ、スラッジ成分の物質収支と水素生成量について検討した。スラッジには大量の無機物が含まれるにもかかわらず食材性のイエシロアリが十分に摂食し、生存率にも影響を与えないことを明らかにした。また、一定量のリグニンの混在がシロアリの腸内微生物相に影響を与え、水素生成量が大きくなることを見出した。さらに、リグニンの影響は、それが代謝されて生成した低分子化合物が腸内微生物相に作用していることをモデル的に明らかにした。本研究で得られた成果は、ペーパースラッジのような廃棄物の処理に適用できるだけでなく、リグノセルロース物質の水素ガスへの変換技術の開発にも適用することができ、今後の新エネルギー開発の発展に大いに貢献すると考えられる。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。