

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 樋口 暁 浩

本論文の骨子は、次のとおりである。

全世界には約 34 億 ha の草地が存在している。このバイオマス生産量は年間 100 億トンを超すと推定される。草地の植生の多くは反芻家畜および野生動物の飼料として使われているが、草地の主要植物群であるイネ科植物の消化率の低さから、バイオマス生産の 20-30% が利用されているに過ぎない。特に熱帯産イネ科植物の細胞壁消化性は温帯産のものに比べ低く、熱帯・亜熱帯地域での反芻家畜生産性が制限されるとともに、野生動物繁殖の大きな障害ともなっている。

先進諸国の家畜飼育では、その生産性を高めるため配合飼料が広く利用されている。我が国でも牛海綿状脳症（狂牛病）の問題などから配合飼料の安全性が問題となり、安全な飼料（牧草）への全面的な切り替えが望まれるとともに、高消化率および高タンパク含量牧草の開発が強く求められている。

イネ科植物飼料の消化性を阻害する因子として、これまで植物細胞壁の主要成分の一つであるリグニンが考えられてきたが、近年、温帯産イネ科植物細胞壁に関する詳細な研究が進められ、ヒドロキシ桂皮酸であるフェルラ酸を介したリグニン-多糖架橋結合が注目されてきている。本研究では、植物細胞壁科学研究で用いられている手法を用いて、沖縄県西表島で栽培および自然植生している熱帯産イネ科植物について細胞壁化学成分その化学構造および組織構造など、様々な観点から消化性を阻害する因子について検討した。

まず、沖縄県西表島に導入され、放牧用および乾草用に栽培されている熱帯産イネ科植物セタリアグラス (*Setaria spacelata* (Schmach.)) およびギニアグラス (*Panicum maximum* Jacq.) について、乾草として収穫する際の最適条件の検討を行った。バイオマス収量および個体の飼料としての品質はともに収穫間隔の関数であるが、これまで科学的データがほとんどなく、牧畜農家が経験に基づいて収穫してきた。本研究では収穫量と消化率および植物体の化学成分から、ギニアグラスでは 30 日、セタリアグラスでは 60 日間隔で収穫を繰り返すことにより、年間可消化養分総量を最大にすることが出来ることを明らかにした。本研究の成果は、直ちに現地牧畜農家への指導に活用されている。つづいて牧草地に混入する雑草と牧草に対する家畜の嗜好性について消化率および化学成分との関係を検討し、嗜好性と可消化養分の間には正の相関があることを明らかにした。

熱帯産イネ科植物の細胞壁化学成分と消化性についての研究は、これまでメイブなどに限られてきた。本研究では、C4 植物のセタリアグラス、ギニアグラスおよび熱帯草地に広く分布するチガヤ (*Imperata cylindrica*) を試料として細胞壁成分と消化性について検討した。近年 C3 植物である温帯産イネ科植物の消化性はリグニンにエーテル結合したフェルラ酸量に関して負の相関があることが示されたが、本研究で用いた試料では、その消化性とフェルラ酸量との相関は見られず、エステル結合した *p*-クマル酸が消化性と非常に高い負の相

関を示した。さらに細胞壁を酵素処理した後に残存する成分の分析から、熱帯産イネ科植物細胞壁の消化を阻害する因子は、単純な成分量ではなく、*p*-クマル酸を介した細胞壁高分子間の結合であることを示唆した。

さらにセタリアグラスを栽培し、光学および電子顕微鏡により播種 40 日後の節間部位組織構造の違いと消化性との関係を考察した。節間の柔組織の大部分は酵素処理により速やかに分解されていくが、表皮、厚壁、維管束および一部の柔組織はほとんど消化されない。熱帯産イネ科植物では温帯産のものに比べ、維管束の割合が高く、これが熱帯産イネ科植物の低消化性の一因あると結論した。顕微鏡下で各組織を分離し、その化学成分分析を行うことにより、容易に消化される柔組織には *p*-クマル酸は検出されないことから、*p*-クマル酸が細胞壁の消化性と強く関係していることを証明した。

*p*-クマル酸を介した結合と消化性とが高く相関していると示唆されたことから、セタリアグラス、ギニアグラスおよびチガヤ細胞壁を微粉碎し、有機溶媒抽出により *p*-クマル酸を含むリグニン-多糖結合体 (LCC) を単離した。その LCC の成分分析を行うとともに、NMR による構造解析および物性解析を行った。その結果、リグニンはヘミセルロースだけでなくセルロースとも結合していること、消化中に結合部位に近いところでは多糖は消化されないことを明らかにした。さらにリグニンに結合した多糖は極めて高分子であり、消化中に切り取られる多糖の重合度 200 から 250 に相当することを明らかにした。

以上のように、本研究は熱帯産イネ科飼料植物の消化性について、実用面からもまた細胞壁構造に関する基礎的研究の面からも数多くの新知見を与えており、応用上、学術上貢献することが少なくない。よって、審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値のあるものと認めた。