

泌乳牛の定置放牧における放牧強度と牧草生産および 利用に関する研究

学位論文内容の要旨

土地を基盤とした家畜生産を考える上で放牧は有効な生産方式である。放牧生産では単位面積当たりの生産量を高める最も大きな要因は放牧強度である。また、放牧期間を通じて質および量が安定した牧草生産と利用を行うには、放牧管理により牧草の生長に合わせた適切な defoliation (分けつの収奪) の frequency および intensity を操作することで、草地構造の季節変化を平準化する必要がある。

こうした点からこれまで様々な放牧方式が検討されてきた。複数の牧区を設け定期的に放牧家畜を移動する輪換放牧では、放牧強度に加え放牧開始時期および放牧間隔を調節することで、defoliation の frequency および intensity は別々に変化させることが可能である。一方、定置放牧は、放牧期間を通じて1つの牧区に一定の頭数を放牧し続けることから、defoliation の frequency および intensity は放牧強度の高低によって同時に変化するとされており、草量の過不足が起きても牧草再生量や利用草量の調整が不可能である。放牧強度が低い場合には、defoliation の frequency および intensity は低下し、生長速度の高い春季に増加した牧草を利用しきれずに枯死物として蓄積する可能性が考えられる。しかし、放牧強度が非常に低い定置放牧を行っている酪農家において、草地は比較的均一に維持されている事例が報告されており、この場合の草地構造と牧草生産・利用量の関係は明らかではない。

一方、定置放牧においても輪換放牧に匹敵する単位面積当たりの乳生産を達成するには、高い牧草生産量のもとで、放牧強度を高めることが必要である。しかし、定置放牧における最適な放牧強度は明らかでなく、経年的にその生産性を検討した例はほとんどない。また、定置放牧における defoliation の frequency および intensity は放牧強度の高低によって、同時に変化するとされているが、同じ放牧強度の定置放牧地であっても、面積や頭数の絶対値の違いにより、これらが異なる変化を示す場合には、牧草生産量や利用草量にも変化を及ぼす可能性がある。

以上から、本研究は、定置放牧における放牧強度と牧草生産および利用の関連を明らかにすることを目的とし以下の点について検討した。

- 1) 放牧強度の低い定置放牧における牧草生産量および利用草量
- 2) 放牧強度の高い定置放牧における牧草生産量および利用草量の経年変化
- 3) 放牧強度が等しい定置放牧における面積および頭数の違いが defoliation の frequency および intensity に及ぼす影響

得られた結果は次のように要約される。

- 1) 放牧強度の低い定置放牧における牧草生産量および利用草量

放牧強度が 1.0-2.2cow/ha で定置放牧を行っている酪農家 3 戸 (A, B および C 牧場) を調査し、放牧強度が低い場合の草地構造と牧草生産量および利用草量の関係を検討した。調査期間を通じての草高および草量は 6.0-10.1cm および 0.8-1.3tDM/ha の範囲にあった。1 日 1 頭当たりの利用草量は、9.6-13.8kgDM であった。放牧期間の牧草生産量および利用草量は、それぞれ、4.6-5.9tDM/ha および 4.1-4.8tDM/ha であり、牧草生産に対する利用効率は約 90% と非常に高かった。単位面積当たりの乳生産量は、1.3-5.0t/ha であった。これらの酪農家では放牧強度が低く単位面積当たりの乳生産量は低か

ったが、放牧開始時期が早く、また施肥量も少なかったため牧草生産量が低く、放牧地は短草で維持されていた。

2) 放牧強度の高い定置放牧における牧草生産量および利用草量の経年変化

輪換放牧で最適といわれる比較的高い放牧強度を泌乳牛の定置放牧に適用し、その中で放牧強度（6.1 および 7.6cow/ha）および開始時草高（8 および 15cm）を変化させた場合（対照、低草高および高強度区）の牧草生産量および利用草量の3年間の成績を検討した。年間牧草生産量はいずれの処理区も経年的に低下し、高強度区では初年次の 11.7tDM/ha から3年次の 6.3tDM/ha まで低下した。年間利用草量は低草高区で初年次から2年次で減少し、3年次で 8.3tDM/ha まで増加したが、高強度区では経年的に減少し3年次では 5.3tDM/ha と初年次の半分程度となった。これまでの輪換放牧における報告と比較すると、本試験の定置放牧では年間牧草生産量が経年的に低下し、3年間の平均値は定置放牧で 9.5tDM/ha と輪換放牧の 11.6tDM/ha より低かった ($P<0.05$)。一方、年間利用草量は放牧方式間で差はみられず、定置放牧および輪換放牧とも経年的に低下した。すなわち、高い放牧強度の定置放牧では、さらに放牧強度を高めることは経年的な牧草生産量の低下を招くが放牧開始時期を早め、低い草高で放牧を開始することで牧草生産量および利用草量を高く維持できることが示唆された。

3) 放牧強度が等しい定置放牧における面積および頭数の違いが defoliation の frequency および intensity に及ぼす影響

放牧強度が約 4cow/ha と等しく、面積および頭数の異なる定置放牧地において、個々の分けつにおける defoliation の frequency および intensity を測定し、面積および頭数の違いと defoliation の様相との関連について一放牧期間を通じて検討した。試験地は北海道大学 FSC 生物生産研究農場（以下 FSC：面積 2ha、頭数 8cows）および定置放牧酪農家（以下 D 牧場：11ha、52cows）であった。1日1頭当たりの利用草量は FSC および D 牧場でそれぞれ、9.6 および 5.0kgDM と FSC が高かった。年間牧草生産量は FSC で 7.2tDM/ha と D 牧場の 5.8tDM/ha より高く、年間利用草量は、牧草生産量の高い FSC で 6.8tDM/ha と D 牧場の 4.9tDM/ha より高かった。採食時間で補正した defoliation の間隔は、FSC で D 牧場の約半分の短い間隔で採食された。このことから、放牧強度が同じでも面積が大きいと defoliation の frequency は低下し、この frequency の変化を介して Intensity は低下することが示唆された。ただし、本試験では、草地構造や施肥管理が処理間で異なっていたことから、牧草生産量および利用草量に違いがみられた点も考慮する必要があるだろう。面積および頭数と defoliation の frequency および intensity との関係を定量的に結論するためには施肥量や放牧時間も厳密に揃えた試験を行う必要がある。

以上の結果は、放牧強度が 1-2cow/ha と低い泌乳牛の定置放牧では単位面積当たりの乳生産量は低い、早期に放牧を開始し、また施肥量を低減し牧草生産量を抑える低投入方式によって、短草を維持し牧草の利用効率を高め、持続的な生産が達成できることを示唆している。さらに単位面積当たりの生産量の増加を目指す場合、牧草生産・利用量の点から考えると、5時間の制限放牧であれば放牧強度は 6cow/ha 程度でかつ放牧開始時期を早め、defoliation の frequency および intensity を高める必要がある。一方、単位面積当たりの乳生産量の点から考えると放牧強度を高めなければならないことから、併給飼料の給与量などによって、defoliation の frequency および intensity をコントロールする必要がある。また、放牧地面積の拡大によって defoliation の frequency が低下することが示され、放牧強度を高めても放牧地面積を広げることで、十分な再生期間が得られる可能性があり、持続的な牧草生産が行えることが予測される。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 近 藤 誠 司

副 査 教 授 小 林 泰 男

副 査 准教授 上 田 宏一郎

副 査 講 師 中 辻 浩 喜

学 位 論 文 題 名

泌乳牛の定置放牧における放牧強度と牧草生産および 利用に関する研究

本論文は 7 章からなり、図 35、表 31、引用文献 67 を含む総頁数 108 の和文論文であり、別に 4 編の参考論文が添えられている。

土地を基盤とした家畜生産を考える上で放牧は有効な生産方式である。放牧生産では単位面積当たりの生産量を高める最も大きな要因は放牧強度である。また、放牧期間を通じて質および量が安定した牧草生産と利用を行うには、放牧管理により牧草の生長に合わせた適切な Defoliation (分けつの収奪) の Frequency および Intensity を操作することで、草地構造の季節変化を平準化する必要がある。

定置放牧は、放牧期間を通じて 1 つの牧区に一定の頭数を放牧し続けることから、Defoliation の Frequency および Intensity は放牧強度の高低によって同時に変化するとされており、草量の過不足が起きても牧草再生量や利用草量の調整が不可能である。放牧強度が低い場合には、Defoliation の Frequency および Intensity は低下し、生長速度の高い春季に増加した牧草を利用しきれずに枯死物として蓄積する可能性が考えられる。しかし、放牧強度が非常に低い定置放牧を行っている酪農家において、草地は比較的均一に維持されている事例が報告されており、この場合の草地構造と牧草生産・利用量の関係は明らかではない。

一方、定置放牧においても輪換放牧に匹敵する単位面積当たりの乳生産を達成するには、高い牧草生産量のもとで、放牧強度を高めることが必要である。しかし、定置放牧における最適な放牧強度は明らかでなく、経年的にその生産性を検討した例はほとんどない。また、定置放牧における Defoliation の Frequency および Intensity は放牧強度の高低によって、同時に変化するとされているが、同じ放牧強度の定置放牧地であっても、面積や頭数の絶対値の違いにより、これらの変化が異なる場合には、牧草生産量や利用草量にも変化を及ぼす可能性がある。

以上から、本研究は、定置放牧における放牧強度と牧草生産および利用の関連を明らかにすることを目的として行われたものである。得られた結果の概要は以下のとおりである。

1) 放牧強度の低い定置放牧における牧草生産量および利用草量

放牧強度が 1.0-2.2 cow/ha で定置放牧を行っている酪農家 3 戸を調査し、放牧強度が低い場合の草地構造と牧草生産量および利用草量の関係を検討した。調査期間を通じての草高および草量は 6.0-10.1 cm および 0.8-1.3 tDM/ha の範囲にあった。放牧期間の牧草生産量および利用草量は、それぞれ、4.6-5.9 tDM/ha および 4.1-4.8 tDM/ha であり、牧草生産に対する利用率は約 90%と高かった。単位面積当たりの乳生産量は、1.3-5.0 t/ha であった。これらの酪農家では放牧強度が低かったが、放牧開始時期が早く、また施肥量も少なかったため牧草生産量が低く、放牧地は短草で維持されていた。

2) 放牧強度の高い定置放牧における牧草生産量および利用草量の経年変化

輪換放牧で最適といわれる比較的高い放牧強度を泌乳牛の定置放牧に適用し、その中で放牧強度（6.1 および 7.6 cow/ha）および開始時草高（8 および 15 cm）を変化させた場合（対照、低草高および高強度区）の牧草生産量および利用草量の 3 年間の成績を検討した。年間牧草生産量はいずれの処理区も経年的に低下し、高強度区では初年次の 11.7 tDM/ha から 3 年次の 6.3 tDM/ha まで低下した。年間利用草量は低草高区で初年次から 2 年次で減少し、3 年次で 8.3 tDM/ha まで増加したが、高強度区では経年的に減少し 3 年次では 5.3 tDM/ha と初年次の半分程度となった。すなわち、高い放牧強度の定置放牧では、さらに放牧強度を高めることは経年的な牧草生産量の低下を招くが放牧開始時期を早め、低い草高で放牧を開始することで牧草生産量および利用草量を高く維持できることが示唆された。

3) 放牧強度が等しい定置放牧における面積および頭数の違いが Defoliation の Frequency および Intensity に及ぼす影響

放牧強度が約 4 cow/ha と等しく、面積および頭数の異なる定置放牧地において、Defoliation の Frequency および Intensity を測定し、面積および頭数の違いと Defoliation の様相との関連を検討した。試験地は北海道大学 FSC 生物生産研究農場（以下 FSC：面積 2 ha、頭数 8 cows）および定置放牧酪農家（以下 D 牧場：11 ha、52 cows）であった。Defoliation の Intensity は処理間で差はみられないが、Defoliation の間隔は、FSC で D 牧場の約半分の短い間隔で採食された。このことから、放牧強度が同じでも面積が大きいと Defoliation の Frequency は低下し、この Frequency の変化を介して Intensity は低下することが示唆された。

以上の結果は、放牧強度が 1-2 cow/ha と低い泌乳牛の定置放牧では単位面積当たりの乳生産量は低いが、早期に放牧を開始し、また施肥量を低減し牧草生産量を抑える低投入方式によって、短草を維持し牧草の利用効率を高め、持続的な生産が達成できることを示唆している。さらに単位面積当たりの生産量の増加を目指す場合、牧草生産・利用量の点から考えると、5 時間の制限放牧であれば放牧強度は 6 cow/ha 程度でかつ放牧開始時期を早め、Defoliation の Frequency および Intensity を高める必要がある。また、放牧地面積の拡大によって Defoliation の Frequency が低下することが示され、放牧強度を高めても放牧地面積を広げることで、十分な再生期間が得られる可能性があり、持続的な牧草生産が行えることが予測される。

以上のように本研究は、泌乳牛の定置放牧行うための指標として、Defoliation 観点から放牧強度と牧草生産と利用の関連を提示したもので、その意義は大きい。これらの成果は学術面および実用面において高く評価される。

よって審査員一同は、遠藤哲代が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。