

氏名(本籍)	石渡俊江(栃木県)
学位の種類	博士(学術)
学位記番号	甲第20号
学位授与の要件	学位規則第3条第2項該当
学位論文題名	Study on the holistic assessment of beef cattle's surroundings and the methodology of environmental enrichment (肉用牛における飼育環境の総合評価と環境エンリッチメントの方策に関する研究)
論文審査委員	(主査) 田中智夫 (副査) 坂田亮一 植竹勝治 阿部又信(本学名誉教授)

論文内容の要旨

農業における技術進歩により農作物の生産量が増加したことに伴い、肉牛における生産システムも放牧から集約的な舎飼に変わり、牛の成長を早め生産高を増やすようになった。しかし近年では、放牧が見直され、また家畜福祉を考慮することによって、生産物に付加価値が付けられるようになった。このような流れを受けて、肉牛の飼育システムは一層多様化し、人と牛との関わり方など牛の福祉や生産性に影響を及ぼす要因も多様化している。

そこで、本研究では、現在の肉牛を取り巻く飼育環境を、環境エンリッチメントという動物福祉を向上させる新しい概念を取り入れた畜舎や放牧地のような施設環境と、仲間同士の関わりに人との関わりを含めた社会環境の観点から、総合的に評価することを目的とした。実験1では、牛の常同行動と関係のある Oral Behavior に注目し、集約的にペン飼育された肉牛の行動を、粗放な環境で放牧された牛の行動と比較した。実験2では、肉牛の飼育ペンに改良したドラム缶飼槽を設置し、肉牛の行動・生理・生産性における環境エンリッチメントの効果を検討した。実験3では、上記の物理的な要因に加え、肉牛の飼育環境における社会的な要因を検討するため、管理作業での拘束直後に肉牛が好む条件を選択試験により調べた。

実験1では、122頭の舎飼牛(農家F1とJB)と1136頭の放牧牛(農家A、B、C03、C04、D、E)を対象に、それぞれ10分間隔と15分間隔の走査サンプリングで、日出から日没までの行動を各農家3回ずつ観察した。Oral Behaviorを発現した牛の頭数割合は、放牧である農家AとB、C04で、舎飼である農家JBよりも大きかった($P < 0.05$)。しかし、舎飼である農家F1のOral Behaviorをした牛の頭数割合と、放牧でのすべての農家のOral Behaviorをした牛の頭数割合には差がなかった。舎飼において

摂食行動をした牛の頭数割合は、放牧地の植生がまばらであった農家AやBよりも小さかった ($P < 0.05$)。摂食と飲水を除く Oral Behavior を行なった牛の頭数割合は、農家F1において他の農家よりも大きかった ($P < 0.05$)。農家JBでも相互グルーミングをした牛の頭数割合が、すべての放牧農家よりも大きかった ($P < 0.05$)。舎飼において、摂食と飲水を除く Oral Behavior を行なった牛の頭数割合は、朝夕の摂食後と日出の約2時間後に増加した。一方、放牧においては、摂食と飲水を除く Oral Behavior を行なった牛の頭数割合は、全体的に小さかった。Oral Behavior の割合は、餌の質や量によって影響を受けたが、Oral Behavior の総発現頭数割合は、舎飼と放牧で差がなかった。舎飼の牛は、放牧牛に比べ、摂食を除く Oral Behavior をより多く行なった。これらのことから、舎飼の牛は、口を使う身繕いや探査、舌遊びをすることで、少ない摂食行動による Oral Behavior の不足分を補っていると考えられた。

実験2では、黒毛和種×ホルスタイン種のF1去勢雄牛71頭を、2回反復して、3種類の閉鎖追い込み式ペン：通常の飼槽のみの対照群 (C群：n = 11, 12)、乾草が入るドラム缶を設置したドラム缶群 (D群：n = 12, 12)、同ドラム缶の側面に人工芝を巻き付けた身繕いドラム缶群 (GD群：n = 12, 12) において5ヵ月間飼育した。ドラム缶設置5ヵ月後にドラム缶を除去した。ドラム缶設置10ヵ月後まで、毎月3日間ずつ、朝夕の給飼後2時間に10分間隔で行動を観察した。また社会的順位を推定するため、給飼後1時間に敵対行動を連続観察した。採血と体重測定は隔月で行なった。ドラム缶利用回数は、設置2、3ヵ月後が、直後、1、4ヵ月後よりも多かった ($P < 0.05$)。GD群では、社会的順位の高い個体ほどドラム缶利用回数が多かった ($r_s = -0.59, P < 0.01$)。設置期間中の採食回数は、両処理群がC群よりも多かったが ($P < 0.01$)、除去後にはGD群で最も少なくなった ($P < 0.05$)。設置期間中は、ドラム缶での身繕い行動が、GD群でD群よりも多くみられた ($P < 0.05$)。設置期間中には、血清中性脂肪濃度がGD群でC群よりも低く ($P < 0.05$)、除去後もGD群がC、D群よりも低かった ($P < 0.05$)。また設置期間中は、血漿ドーパミン濃度がD群でC群よりも高かった ($P < 0.05$)。除去後は血清総コレステロール濃度がD群で最も高く、GD群もC群より高かった ($P < 0.05$)。設置期間中は、D群においてドラム缶での採食回数が多い個体ほど増体が良くなった ($r_s = 0.52, P < 0.01$)。枝肉成績では、ばら厚が両処理群でC群よりも厚かった ($P < 0.01$)。GD群では、ドラム缶での採食回数 ($r_s = 0.79, P < 0.01$) ・身繕い回数 ($r_s = 0.63, P < 0.05$) が多い個体ほどBMSナンバーが高くなった。ドラム缶は、設置3ヵ月後まで長期に採食・身繕い・探査を誘起し続け、特に乾草の採食を促進した。肥育前期の環境エンリッチメントによるこれらの行動上の効果は、生理指標にも反映され、中期以降の脂肪蓄積を促進し、枝肉成績を向上させた。

実験3では、放牧飼育されている346頭のアンガス種若雌牛を以下の4つの試験に供試した。テスト牛を1頭ずつ柵場で2分間拘束した後、解放し2つのペンのどちらかを選択させた。選択ペンは開放されており、最初の選択後の5分間は、牛は両方の選択ペンと選択エリアを自由に移動できた。試験1では、3頭の馴染みのある牛のいるペン (仲間ペン) と乾草の入った餌台のあるペン (乾草ペン) の選択 (n = 34)、仲間ペンと何も無いペン (空のペン) の選択 (n = 34)、乾草ペンと空のペンの選択 (n = 35)

をさせた。空のペンより、仲間ペンを最初に選択した牛の割合が大きかった ($P < 0.05$)。また、乾草ペンより仲間ペンを選択する牛の割合が大きい傾向がみられた ($P < 0.10$)。乾草ペンと空のペンの選択では選択した割合に差がみられず、選択潜時が最も長くなった ($P < 0.01$)。仲間ペンに入った回数は、乾草 ($P < 0.05$) および空のペン ($P < 0.01$) に入った回数より多かった。試験2では、ペン内に立っている人のいるペン (人 (立) ペン) と新奇物としてオレンジ色のタイヤを設置したペン (新奇物ペン) の選択 ($n = 29$)、柵越しに立っている人のいるペン (人 (外) ペン) と新奇物ペンの選択 ($n = 29$)、ペン内に座っている人のいるペン (人 (座) ペン) と新奇物ペンの選択 ($n = 28$) をさせた。人のいるペンより、新奇物ペンを選んだ牛の割合が大きかった ($P < 0.01$)。人 (立) ペンおよび人 (座) ペンと新奇物ペンとの選択では、自発的に選択した牛の割合が大きかった ($P < 0.01$) が、人 (外) ペンと新奇物ペンとの選択では、両選択パターンの割合に差がなかった。人 (立) および人 (外) ペンよりも、新奇物ペンに入った回数の方が多かった ($P < 0.01$) が、人 (座) ペンと新奇物ペンとの選択では、両ペンに入った回数に差がなかった。試験3では、仲間ペンと6頭の羊のいるペン (羊ペン) の選択 ($n = 30$)、仲間ペンと空のペンの選択 ($n = 30$)、羊ペンと空のペンの選択 ($n = 30$) をさせた。仲間ペンと羊ペンの選択と羊ペンと空のペンの選択では、最初の選択頭数割合にペン間で差がみられなかった。しかし空のペンより仲間ペンを最初に選択した牛の頭数割合が大きかった ($P < 0.05$)。羊ペンと空のペンの選択を与えられた牛は、仲間ペンと空のペンの選択を与えられた牛よりも、選択中に佇立する時間割合が大きかった ($P < 0.05$)。仲間ペンに入った回数は、空のペンに入った回数よりも多かった ($P < 0.05$)。仲間ペンと羊ペンの選択では、仲間ペンでの滞在時間が長かった ($P < 0.01$)。試験4では、仲間ペンと新奇物ペンの選択 ($n = 19$)、羊ペンと新奇物ペンの選択 ($n = 22$)、空のペンと新奇物ペンの選択 ($n = 26$) をさせた。いずれの選択ペンにおいても、最初に選択した牛の頭数割合に差はみられなかったが、仲間ペンに入った回数のみが、新奇物ペンに入った回数よりも多かった ($P < 0.01$)。羊ペンや空のペンと新奇物ペンとの選択では、選択エリアでの滞在時間が最も長かった ($P < 0.01$)。選択エリアでの行動では、選択肢に仲間ペンが含まれていないときに柵場付近で佇立する割合が大きかった ($P < 0.05$)。牛にとって仲間の存在が最も強い誘引条件であり、羊は仲間のような誘引条件でも、人のような嫌悪条件でもないことが明らかになった。したがって、仲間からの一時的な隔離を伴う柵場作業後には、牛を速やかに仲間の牛と一緒にし、人は不必要に接近しないことが、管理作業由来のストレス緩和方法として有効であると考えられた。

以上の結果から、肉牛での物理的な施設環境は、牛にとって重要な Oral Behavior を適切な割合で行なうことができるか否かを調査することで評価でき、環境エンリッチメントによって、Oral Behavior を適切に発現できるような環境に改善すべきであるといえる。また、牛が自由に動くことのできる選択試験の適用が、社会環境に対する牛の関心やモチベーションの強さを評価する有効な方法であることも確認された。結論として、本研究で用いた方法により、肉牛を取り巻く飼育環境を、施設環境と社会環境から総合的に評価することができた。このような牛側からの環境評価は、現在の多様化した肉牛の生産システムにおいて、畜舎施設や管理作業を改善する上で大いに役立ち、それによって肉牛

の福祉を向上し、生産性を改善することが可能になると考えられる。

論文審査の結果の要旨

農業における技術進歩により農作物の生産量が増加したことに伴い、肉牛における生産システムも放牧から集約的な舎飼中心になり、牛の成長を早め生産高を増やすように変わってきた。しかし近年では、放牧が見直され、また家畜福祉を考慮することによって、生産物に付加価値が付けられるようになった。このような流れを受けて、肉牛の飼育システムは一層多様化し、人と牛との関わり方など牛の福祉や生産性に影響を及ぼす要因も多様化している。

そこで、著者は、現在の肉牛を取り巻く飼育環境を、環境エンリッチメントという動物福祉を向上させる新しい概念を取り入れた畜舎や、放牧地のような施設環境と、仲間同士の関わりに人との関わりを含めた社会環境の観点から、総合的に評価することを目的として、栃木県下の肉牛生産牧場とオーストラリアNSW州にある試験場および5軒の肉牛生産牧場において、以下の実験を実施した。本研究は3つの実験から構成されており、第1実験（第2章）では、牛の常同行動と関係のある Oral Behavior に注目し、集約的にペン飼育された肉牛の行動を、粗放な環境で放牧された牛の行動と比較した。第2実験（第3章）では、肉牛の飼育ペンに改良したドラム缶飼槽を設置し、肉牛の行動・生理・生産性における環境エンリッチメントの効果を検討した。第3実験（第4章）では、上記の物理的な要因に加え、肉牛の飼育環境における社会的な要因を検討するため、管理作業での拘束直後に肉牛が好む条件を選択試験により調べた。

第1実験では、122頭の舎飼牛（農家F1とJB）と1136頭の放牧牛（農家A、B、C03、C04、D、E）を対象に、それぞれ10分間隔と15分間隔の走査サンプリングで、日出から日没までの行動を各農家3回ずつ観察した。Oral Behaviorを発現した牛の頭数割合は、放牧である農家AとB、C04で、舎飼である農家JBよりも大きかった（ $P < 0.05$ ）。しかし、舎飼である農家F1のOral Behaviorをした牛の頭数割合と、すべての放牧農家のOral Behaviorをした牛の頭数割合には差がなかった。舎飼において摂食行動をした牛の頭数割合は、放牧地の植生がまばらであった農家AやBよりも小さかった（ $P < 0.05$ ）。摂食と飲水を除くOral Behaviorを行った牛の頭数割合は、農家F1において他の農家よりも大きかった（ $P < 0.05$ ）。農家JBでも相互グルーミングをした牛の頭数割合が、すべての放牧農家よりも大きかった（ $P < 0.05$ ）。舎飼において、摂食と飲水を除くOral Behaviorを行った牛の頭数割合は、朝夕の摂食後と日出の約2時間後に増加した。一方、放牧においては、摂食と飲水を除くOral Behaviorを行った牛の頭数割合は、全体的に小さかった。Oral Behaviorの割合は、餌の質や量によって影響を受けたが、Oral Behaviorの総発現頭数割合は、舎飼と放牧で差がなかった。舎飼の牛は、放牧牛に比べ、摂食を除くOral Behaviorをより多く行った。これらのことから、舎飼の牛は、口を使う身繕いや探査、舌遊びをすることで、少ない摂食行動によるOral Behaviorの不足分を補っていると考えられた。

第2実験では、黒毛和種×ホルスタイン種のF1去勢雄牛71頭を、2回反復して、3種類の閉鎖追い込み式ペン：通常の飼槽のみの対照群（C群： $n = 11, 12$ ）、乾草が入るドラム缶を設置したドラム缶群

(D群：n = 12, 12)、同ドラム缶の側面に人工芝を巻き付けた身繕いドラム缶群 (GD群：n = 12, 12) において5ヵ月間飼育した。ドラム缶設置5ヵ月後にドラム缶を除去した。ドラム缶設置10ヵ月後まで、毎月3日間ずつ、朝夕の給飼後2時間に10分間隔で行動を観察した。また社会的順位を推定するため、給飼後1時間に敵対行動を連続観察した。採血と体重測定は隔月で行った。ドラム缶利用回数は、設置2、3ヵ月後が、直後、1、4ヵ月後よりも多かった ($P < 0.05$)。GD群では、社会的順位の高い個体ほどドラム缶利用回数が多かった ($r_s = -0.59, P < 0.01$)。設置期間中の採食回数は、両処理群がC群よりも多かったが ($P < 0.01$)、除去後にはGD群で最も少なくなった ($P < 0.05$)。設置期間中は、ドラム缶での身繕い行動が、GD群でD群よりも多くみられた ($P < 0.05$)。設置期間中には、血清中性脂肪濃度がGD群でC群よりも低く ($P < 0.05$)、除去後もGD群がC、D群よりも低かった ($P < 0.05$)。また設置期間中は、血漿ドーパミン濃度がD群でC群よりも高かった ($P < 0.05$)。除去後は血清総コレステロール濃度がD群で最も高く、GD群もC群より高かった ($P < 0.05$)。設置期間中は、D群においてドラム缶での採食回数が多い個体ほど増体が良くなった ($r_s = 0.52, P < 0.01$)。枝肉成績では、ばら厚が両処理群でC群よりも厚かった ($P < 0.01$)。GD群では、ドラム缶での採食回数 ($r_s = 0.79, P < 0.01$)・身繕い回数 ($r_s = 0.63, P < 0.05$) が多い個体ほどBMSナンバーが高くなった。ドラム缶は、設置3ヵ月後まで長期に採食・身繕い・探査を誘起し続け、特に乾草の採食を促進した。肥育前期の環境エンリッチメントによるこれらの行動上の効果は、生理指標にも反映され、中期以降の脂肪蓄積を促進し、枝肉成績を向上させた。

第3実験では、放牧飼育されている346頭のアンガス種若雌牛を以下の4つの試験に供試した。テスト牛を1頭ずつ柵場で2分間拘束した後、解放し2つのペンのどちらかを選択させた。選択ペンは開放されており、最初の選択後の5分間は、牛は両方の選択ペンと選択エリアを自由に移動できた。試験1では、3頭の馴染みのある牛のいるペン (仲間ペン) と乾草の入った餌台のあるペン (乾草ペン) の選択 (n = 34)、仲間ペンと何も無いペン (空のペン) の選択 (n = 34)、乾草ペンと空のペンの選択 (n = 35) をさせた。空のペンより、仲間ペンを最初に選択した牛の割合が大きかった ($P < 0.05$)。また、乾草ペンより仲間ペンを選択する牛の割合が大きい傾向がみられた ($P < 0.10$)。乾草ペンと空のペンの選択では選択した割合に差がみられず、選択潜時が最も長くなった ($P < 0.01$)。仲間ペンに入った回数は、乾草 ($P < 0.05$) および空のペン ($P < 0.01$) に入った回数より多かった。試験2では、ペン内に立っている人のいるペン (人 (立) ペン) と新奇物としてオレンジ色のタイヤを設置したペン (新奇物ペン) の選択 (n = 29)、柵越しに立っている人のいるペン (人 (外) ペン) と新奇物ペンの選択 (n = 29)、ペン内に座っている人のいるペン (人 (座) ペン) と新奇物ペンの選択 (n = 28) をさせた。人のいるペンより、新奇物ペンを選んだ牛の割合が大きかった ($P < 0.01$)。人 (立) ペンおよび人 (座) ペンと新奇物ペンとの選択では、自発的に選択した牛の割合が大きかった ($P < 0.01$) が、人 (外) ペンと新奇物ペンとの選択では、両選択パターンの割合に差がなかった。人 (立) および人 (外) ペンよりも、新奇物ペンに入った回数の方が多かった ($P < 0.01$) が、人 (座) ペンと新奇物ペンとの選択では、両ペンに入った回数に差がなかった。試験3では、仲間ペンと6頭の羊のいるペン (羊ペン)

の選択 (n = 30)、仲間ペンと空のペンの選択 (n = 30)、羊ペンと空のペンの選択 (n = 30) をさせた。仲間ペンと羊ペンの選択と羊ペンと空のペンの選択では、最初の選択頭数割合にペン間で差がみられなかった。しかし空のペンより仲間ペンを最初に選択した牛の頭数割合が大きかった ($P < 0.05$)。羊ペンと空のペンの選択を与えられた牛は、仲間ペンと空のペンの選択を与えられた牛よりも、選択中に佇立する時間割合が大きかった ($P < 0.05$)。仲間ペンに入った回数は、空のペンに入った回数よりも多かった ($P < 0.05$)。仲間ペンと羊ペンの選択では、仲間ペンでの滞在時間が長かった ($P < 0.01$)。試験4では、仲間ペンと新奇物ペンの選択 (n = 19)、羊ペンと新奇物ペンの選択 (n = 22)、空のペンと新奇物ペンの選択 (n = 26) をさせた。いずれの選択ペンにおいても、最初に選択した牛の頭数割合に差はみられなかったが、仲間ペンに入った回数のみが、新奇物ペンに入った回数よりも多かった ($P < 0.01$)。羊ペンや空のペンと新奇物ペンとの選択では、選択エリアでの滞在時間が最も長かった ($P < 0.01$)。選択エリアでの行動では、選択肢に仲間ペンが含まれていないときに柵場付近で佇立する割合が大きかった ($P < 0.05$)。牛にとって仲間の存在が最も強い誘引条件であり、羊は仲間のような誘引条件でも、人のような嫌悪条件でもないことを明らかにした。したがって、仲間からの一時的な隔離を伴う柵場作業後には、牛を速やかに仲間の牛と一緒にし、人は不必要に接近しないことが、管理作業由来のストレス緩和方法として有効であると考察した。

これらの結果から、著者は、肉牛での物理的な施設環境は、牛にとって重要な Oral Behavior を適切な割合で行うことができるか否かを調査することで評価でき、環境エンリッチメントによって、Oral Behavior を適切に発現できるような環境に改善すべきであると述べている。また、牛が自由に動くことができる選択試験の適用が、社会環境に対する牛の関心やモチベーションの強さを評価する有効な方法であることも確認した。

以上、これまで個々に検討されることが多かった肉牛を取り巻く飼育環境を、著者は上述のような方法を用いることで、施設環境と社会環境から総合的に評価した。このような牛側からの環境評価は、現在の多様化した肉牛の生産システムにおいて、畜舎施設や管理作業を改善する上で大いに役立ち、それによって肉牛の福祉を向上し、生産性を改善することが可能になると考えられる。

本研究の成果は、今後の肉牛生産を考える上で、家畜行動学の果たすべき役割を明確にし、畜産学上ならびに畜産現場においても大きく貢献できるものと期待され、博士 (学術) にふさわしい業績と評価できる。