

# 博士論文

種雄牛および種雄鶏の繁殖能力向上に向けた  
5-アミノレブリン酸の利用に関する研究  
(要約)

令和4年3月

広島大学大学院生物圏科学研究科

生物資源科学専攻

谷口 慎

5-アミノレブリン酸 (5-ALA) は、4番目の炭素にカルボニル基を持つデルタ型のアミノ酸で、植物、動物、藻類、光合成細菌などに存在している。5-ALA が 8 つ集まりプロトポルフィリン IX になり、このポルフィリン環に様々な金属イオンが挿入された金属ポルフィリンは多様な機能をもつ。また、ポルフィリンに鉄イオン( $\text{Fe}^{2+}$ )が配位した鉄ポルフィリンはヘムと呼ばれ、様々なたんぱく質の補因子として利用されており、動物細胞においてきわめて重要な役割を果たしている。

本研究の目的は、5-ALA の家畜への利用、特に雄の精液性状に対する効果を検討することであり、実際に種雄牛候補牛および種雄鶏を用い、5-ALA 飼料添加試験、精液希釈液への添加試験を実施した。具体的には、肉用牛(黒毛和種)において精液性状が不良な種雄牛候補牛への 5-ALA 給与試験を実施し、精液性状に改善が見られるかどうかを検討した(試験 1)。種雄牛候補牛へ 5-ALA 給与試験を行い、精液性状にどのような影響があるのか検討した(試験 2)。鶏においては、高齢日本鶏を用いた 5-ALA 添加飼養試験を実施し、高齢により生殖機能の低下した個体の精液性状が改善するかどうかを検討した(試験 1)。通常廃用となる 500 日齢雄鶏を用いた 5-ALA 添加飼養試験で精液性状の向上が認められるかどうかを検討した(試験 2)。最後の試験では、精液希釈液への 5-ALA 添加試験を実施し、5-ALA の精子に対する直接的な影響を検討した(試験 3)。

第 2 章の種雄牛候補牛を用いた試験 1 において、精液性状が不良な牛への給与試験(5-ALA を 1 日 0.1g/日添加)を実施した。その結果、全頭において精子奇形率の改善が見られた。また、前進運動精子率についても、給与前よりも給与後に高い値を記録した日が存在した。

第 2 章の試験 2 では、性成熟直後(12~14 か月齢)の種雄牛候補牛に対して 5-ALA 給与試験(添加量は試験 1 と同様)を行った。なお、給与区分を、対照区(5-ALA 無添加)、試験 A 区(初回採精時から 2 か月間 5-ALA 給与)、試験 B 区(採精時 1 か月前より 3 か月間 5-ALA 給与)とした。その結果、試験 A 区および試験 B 区は対照区に比べ有意に奇形率は低く、また試験 B 区は試験 A 区よりも有意に低い奇形率を示した。精子運動性においては、試験 B 区、試験 A 区、対照区の順で高い値を示した。精液採取回数に対する採取時の精子活力の割合も同様に試験 B 区、試験 A 区、対照区の順番であった。凍結融解後の精子奇形率は、試験 B 区、試験 A 区、対照区の順に低い値を示し、それぞれの区間に有意差が認められた。

第 2 章の結果から、種雄牛候補牛への 5-ALA の経口給与は、精液性状の向上に対して有効であると考えられた。

第 3 章の種鶏を用いた試験 1 では、高齢鶏における 5-ALA 給与(5-ALA が飼料に対して 5ppm となるよう調整した飼料 140g/1 羽/日を給与)試験を実施した。3 か月間の給与試験の結果、5-ALA 給与によって全供試鶏とも精子密度に顕著な改善効果は認められなかった。

が、密度が向上した個体が約 5 割存在した。また、5-ALA 給与前後のテストステロン濃度を計測したが、有意な差は認められなかった。

第 3 章の試験 2 では、500 日齢の雄鶏を用い 5-ALA 添加給与試験を行った。飼料の給与量は実験 1 と同様であり、5-ALA 濃度は 10ppm となるよう調整し、試験期間を 3 か月間とした。その結果、精子の運動性、密度および奇形率においても、処理区は対照区に比較し、給与による有効性が認められる個体が多く見られた。運動精子率と前進運動精子率については、給与 3 か月後の値は給与前に比較し平均値が高くなり、給与 3 か月後の精子密度は給与前と比較し有意に高くなった。精子奇形率は給与前に比べ給与後の方が低い値を示し、給与後 1.5 か月後では給与前との間に有意差が認められた。

第 3 章の試験 3 では、鶏精液希釈液への 5-ALA 添加試験を実施し、精液に対する 5-ALA の直接的効果を検討した。その結果、0.05mM 添加区が、全ての濃度区 (0, 0.01, 0.05 および 0.1mM) の中で最も高い運動性を示し、ミトコンドリア活性も有意に上昇することが明らかになった。しかし、精子の ATP 産生に対する 5-ALA 処理の影響は対照区に比べて有意に低い値を示した。また、カフェイン添加およびグルコース添加における精子の運動性は 5-ALA 添加区に比べて有意に低い値を示した。

第 3 章の結果から、500 日齢以上の種雄鶏への 5-ALA の経口給与は、精液性状の向上に対して有効であり、5-ALA は、精子のミトコンドリアに直接作用し、運動性を高める効果があると考えられた。

以上、本研究の結果をまとめると、種雄牛への 5-ALA 給与は精液性状に向上をもたらすこと、また、鶏に対しての 5-ALA 給与は精液性状に向上をもたらす、希釈精液への 5-ALA 添加は、運動性を高める効果があると考えられた。

今後、5-ALA についてより詳細な研究および商品としての価格の低下が進めば、広く他の動物の繁殖にも利用できると思われる。また、5-ALA は生体内でも生成される天然のアミノ酸であるため、動物に対しての安全性は高く、動物への繁殖性向上に広く利用できると思われる。