

1992(第8回)日本国際賞受賞者

生物生産の科学と技術分野

受賞対象業績:

「家畜における精液および胚の凍結保存技術の開発」

1992(8th) Japan Prize Laureate Prize Category: Science and Technology for Biological Production

Reasons for Award:

Discovery of a Method of the Cryopreservation of Semen and Embryos in Farm Animals



アーネスト・ジョン・クリストファー・ポルジ教授 (イギリス)

アニマル・バイオテクノロジー・ケンブリッジ・リミテッド科学・研究担当取締役兼ケンブリッジ大学名誉教授。1926年英国生まれ。

1948年にニワトリ精子で、ついで1951年にはウシで凍結精子による世界で初の子ウシが産まれた。これからの輝かしい成果は、ポルジ博士による凍結保護物質の発見によるもので、これによって配偶子や胚の保存のみならず、広く微生物・動植物などの生物細胞の凍結保存が可能になり、低温医学や低温生物学の進展に著しく貢献してきた。

とくに家畜生産への凍結保存技術の応用で、最も高く評価されるものは、ウシにおける精子及び胚の凍結保存であって、年間世界で1億5千万頭ものウシが凍結精液で人工受精されており、また10万頭以上の凍結融解胚の移植による子ウシが生産されている。以上の他同博士は、体外受精、クローニング、遺伝子組換えなどの新しいバイオテクノロジーの分野でも指導的な役割を果たしている。

Prof. Dr. Ernest John Christopher Polge (U. K.)

F.R.S. Scientific Director of Animal Biotechnology Cambridge Ltd. and Prof. Emeritus of Cambridge University. Born in 1926 in England

In 1948, he was first successful in preservation of fowl spermatozoa by deep freezing, and the first calf from frozen semen was born in 1951. These distinguished achievements were attributable to the discovery of good cryoprotective agents such as glycerol. The deep freezing technique made it possible to preserve not only gametes and embryos, but also various biological materials, consequently the technique has greatly contributed to the development of low temperature medicine and general cryobiology.

Cryopreservation of spermatozoa and embryos in cattle was one of the most highly estimated works of his achievements. About 150 millions of cows are inseminated with frozen semen and about 100 thousands of frozen-thawed embryos are transferred in a year throughout the world.

Furthermore, Dr. Polge has been a leading scientist in the field of animal biotechnology such as in vitro fertilization, cloning by nuclear transfer and production of transgenic animals.

「家畜の改良増殖-凍結精液からバイオテクノロジーへ」

アーネスト・ジョン・クリスファー・ホルジ

人工授精は約50年前に多くの国で家畜の改良増殖のための重要な技術として使われ始めた。この技術は、今日では胚移植、体外受精及び遺伝子操作を含む多くの分野に発展しているバイオテクノロジーの新しい時代の先駆けとなった。これらの新しい技術は家畜の遺伝的改良や生産性向上に大きな利益をもたらし、あるいはもたらす可能性を持っている。しかしながら、人工授精は依然、最も広く使われている技術であることに変わりはない。

1949年の精子の凍結による効率的な保存法の発見は人工授精に革命をもたらした。1951年に初めて凍結精液から仔牛が生まれ、それ以来、牛の精液の凍結保存が広く行われている。精液の保存期間の延長は家畜の改良増殖における時間的、空間的制約を除き、後代検定や優良遺伝資源の国際的交流の手法を改善した。

農業分野での応用はともかく、精子がグリセロールのような凍害防御剤の使用と緩速凍結法で凍結保存が可能であるということが、これらの手法を使わずに凍結融解した場合には通常は死滅してしまう高等動物のいろんな生きた細胞や組織の保存の機会をもたらした。医学分野における応用も重要で、例えば、赤血球、骨髄及び角膜の凍結保存が可能となった。

哺乳動物の卵子または胚の凍結保存の初期の試みはあまりうまくいかなかった。しかしながら、劇的な成果が卵巣組織の凍結実験に於て得られた。グリセロール溶液の使用と緩速凍結法で凍結された卵巣組織の切片を用いた移植試験により、X線照射により不妊とな

った家畜の生殖能力が回復することが明らかとなった。これは超低温にさらされた未成熟卵子が生存した最初の事例であった。しかしながら、哺乳動物の胚の凍結保存についての真の進展が見られたのは1970年代の初めになってからである。透過性の凍害防御剤と液体窒素で保存する前に -60°C まで超緩速で温度を下げる手法によりマウスの胚の凍結保存に成功した。この時、凍結速度と融解速度の関係も確立した。凍結胚の移植による最初の仔牛が誕生したのは1973年であった。この成功を導いた重要なステップは桑実胚後期や胚盤胞のステージにある胚の方がそれより初期のステージの胚よりも耐凍性が高いという知見であった。今日、牛の胚移植に於て胚の凍結保存は日常的に行われ、その受胎率もまずまずのものとなっている。

何年にもわたって低温生物が発展し、我々は凍結、融解による生きた細胞への損傷の機序について、また損傷を避ける方法についてより多くを知ることができるようになった。精子及び胚に関して行われた実験は低温生物学の原理の確立に重要な役割を果たした。これらの原理をよりよく理解することにより、氷の結晶を形成することなくガラス化する手法で細胞を凍結保存する新しい技術の確立等の成果があがっている。

最近20年間で胚移植の技術は大きく進歩した。これらの技術は、特に牛の改良増殖の分野で商業的に実践されている。優良雌畜を広く利用した遺伝的改良や増殖はともかく、精液が個体の遺伝子の半分だけを供給するのに対し、胚移植では雄と雌の双方からの個体としての全遺伝子を利用できる。それ故、凍結

精液と同様に、凍結胚は動物の遺伝資源の国際間の交換のための最も有効な手段である。なお、家畜改良の近代的手法によって促進される遺伝的多様性の低下についての懸念は凍結保存された精子や胚を用いる遺伝情報プログラムの利用によって軽減される。

人工授精と対照的に、胚移植はまだ限られた範囲でしか行われていない。しかしながら、体外で胚の大量生産を行う新しい技術の開発が進められている。これらは卵子の体外成熟、受精及び胚が凍結、移植される段階の胚盤胞までの培養技術を含んでいる。このような技術は胚移植の普及に必要なものである。体外で生産された牛胚の凍結は当初あまりうまくいかなかったが、今では多くの問題点が克服され、かなり効率的に凍結牛胚が生産されるようになった。

体外での胚の生産技術は哺乳類の発生学における最近の成果のひとつである。また、他の応用技術として核移植による胚の増殖技術や外来複製遺伝子の導入による遺伝子操作などがある。これら多くの新しい技術はまだ発展途上にあるが、技術の発展にともない配偶子あるいは胚の形態での貴重な遺伝資源の凍結保存が将来、重要な役割を演ずることは確かである。しかしながら、これらの応用技術が凍結精液のように人類の平和と繁栄に貢献することが重要である。