

論文審査結果の要旨

熱帯アジアやラテンアメリカで 1970 年代に実現した緑の革命は 40 年以上経過した現在、サブサハラアフリカで実現していない。一方、30 年前に持続可能な食糧増産を実現したアジアは、今や世界経済の成長センターとなった。アフリカの緑の革命実現は、アフリカのみならず国際社会の重要な課題であると同時に、広大な未開拓の土地（とりわけ低湿地）を有するアフリカは、将来の食糧基地になり得る可能性もあり、アジア後を展望すれば未来の地球社会の希望ともなる。全体で 2000 万 ha、今後の技術革新によっては 5000 万 ha 規模の灌漑水田ポテンシャルが推定される。その半分以上は農民レベルでの水田開発が可能な内陸小低地や数百ドル程度の簡易なポンプで 1ha 規模の灌漑が可能な地下水位数 m 程度の氾濫原が広範かつ無数に分布する。今後 10 年程度は、そのような低湿地を第一のターゲットとして、農民の自力による灌漑水田開発に適用し、同時に幅広い人材養成が重要である。

本研究ではまずガーナとナイジェリアの種々の内陸小低地の土壌特性を水田開発の持続性という視点で評価し、粘土や有機物に加えて、シルト画分の重要性も指摘した。ついでガーナのクマシ近郊の内陸小低地を選び、内陸小低地の微地形の差による土壌の水がかりの違いが、水田土壌の物理性に与える違いを評価して、微地形による土壌特性は顕著に異なっており、水田適地の選定のポイントとなることを明らかにした。さらに、ガーナ南部の Kumasi 付近の別の粘土質の内陸小低地において、Sawah 水田稲作の継続による効果を調べる為に、Sawah の継続期間の異なる調査地 (Sawah 10 年目、Sawah 初年、Sawah でない稲作地) を選択し、湛水栽培した時と、していない時で調査を行った。この結果は Sawah (水田) によるコメ生産を継続する農業的利点を示しており、代掻きが土壌の水分状態を改善し、畦が水管理に有益であることを示した。西アフリカの低地土壌の大部分は乾季の間に硬度が顕著に高まる。しかし、この現象の農学的意義とアフリカにおけるこの現象に対処する方策としての水田システムの効用についてはこれまでほとんど研究されていない。そこで、代掻きの効果を明らかにするモデル実験を行った。これらの結果よりアフリカの大部分の低地のように、乾季が明確な地域では特に代掻きが重要であり、1 回の代掻きで十分であることが解った。これらの結果より、土壌炭素は Sawah システムにおいて低地土壌の硬化に大きな影響がある事が示唆された。炭素の少ない西アフリカのような土壌では乾季による土壌の硬化がコメの収量を減少させないために水田による湛水栽培が極めて有益であるが、有機炭素の豊富な土壌ではコメ収量向上には間断灌漑等の水管理が有用であることを示した。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。なお、審査あたっては、論文に関する専攻内審査および公聴会など所定の手続きを経たうえ、平成 25 年 2 月 8 日、農学研究科教授会において、論文の価値ならびに博士の学位を授与される学力が十分であると認められた。

| | | | | |
|-------------|--|-----|---|--|
| 氏名 | 朝井俊宣 | | | |
| 学位の種類 | 博士(農学) | | | |
| 学位記番号 | 農第 187 号 | | | |
| 学位授与の日付 | 平成 25 年 3 月 22 日 | | | |
| 学位授与の要件 | 学位規程第 5 条該当 | | | |
| 学位論文題目 | Taxonomic revision of <i>Oryzias latipes</i> complex, "Medaka" in Far-East Asia (Teleostei: Adrianichthyidae) (極東アジアに分布するメダカ種群の分類学的研究) | | | |
| 論文審査委員 (主査) | 教授 | 細谷和 | 海 | |
| (副主査) | 教授 | 櫻谷保 | 之 | |
| (副主査) | 教授 | 小林徹 | | |
| (副査) | 准教授 | 北川忠 | 生 | |

Medaka or ricefishes, adrianiichthyids of the order Beloniformes have been generally recognized as symbol fish of the traditional paddy-field for this well-known Japanese small species. Medaka which represents *Oryzias latipes* complex broadly range throughout fresh wetlands with some brackish waters of East Asia to Southeast China, Laos. It has been believed that medaka was a single species by its superficial body shape more than 160 years, since 1846 when “Fauna Japonica” had published by Temminck and Schlegel. In the 1980s, allozyme studies have shown that Japanese wild population of Medaka, could be divided into two genetic groups, the Northern and the Southern populations. These two populations have also been suggested to exhibit biological isolating mechanism. As for relationships with congeners, continental populations of Medaka have been divided into two groups, the East Korean and the China–West Korean populations. Great genetic differentiation between each population was also supported by mtDNA analysis. However, these populations were not been fully investigated morphology and taxonomically. Thus, the goals of this study are to clarify the morphological characters from osteology and related gross morphology on *O. latipes* complex, and to revise taxonomy of *O. latipes* complex which is distributed in Far Eastern Asia.

1. Members of *Oryzias latipes* complex

Oryzias latipes (Temminck and Schlegel, 1846): *O. latipes* was originally described as *Poecilia latipes* for all of *O. latipes* complex, “Medaka” from Siebold’s collection now at the NCB Naturalis. However, from the lectotype and paralectotypes of *O. latipes*, it is showed that *O. latipes* is only identical with the Southern population in the body shape. The Southern population is found in freshwaters the Pacific coast of eastern, western and southern Japan. It inhabits ponds and streams such as irrigation canals amid paddy fields in flat alluvial lowlands. This species has unique characters, such as both dorsal- and anal-fin forming a “parallelogram shaped” which located posterior place, and has 48 diploid chromosomes.

Oryzias sakaizumii Asai, Senou and Hosoya, 2011: It has been generally regarded as the genetic variation, the Northern population distributed in the northern coast of the Sea of Japan, within a single species

O. latipes. However, the Northern and Southern populations coexist parapatrically within the same river drainage, which is the distributional boundary zone of these populations. Both have also been reported to exhibit different schooling behaviors. This implies the ecological diversification between both populations. In addition, frequencies of mitochondrial cytochrome b gene mitotype in there have been showed an establishment of reproductive isolation. Furthermore, this species is distinguished from *O. latipes* by having the some diagnostic characters such as notched dorsal-fin or melanophore network, confirming that the Northern population is a distinct species, *O. sakaizumii*. Therefore, it should be recognized that the Northern and the Southern populations differentiate in a specific level.

Oryzias sinensis Chen, Uwa and Chu, 1989: This is a moderately miniature species of *O. latipes* complex. It was originally described as subspecies, *O. latipes sinensis* by its peculiar morphology. Recently, this miniature species from mainland China and western Korea, has been recognizing as distinct species, *O. sinensis* by having different 46 chromosomes or osteological differentiation. The China–West Korean population is coincided with *O. sinensis* by its distributional area and morphology. Also, the newly morphological character such as melanophore size and anal fin only inferior half blacken was found in this study. Thus, it should be regarded as *O. sinensis* is not subspecies of *O. latipes*, but species.

Oryzias sp.: Taxonomically, the East Korean population from eastern and southern Korea, which has been regarded as *O. latipes*, is larger than that of congeners. However, the East Korean and the China–West Korean population coexist some sympatrically within the same area. Also, the East Korean population differs from all other congeners of *O. latipes* complex by having morphological differentiation such as transverse blotches, minute black spots. This species have 48 chromosomes. Therefore, the East Korean population also should be treated as distinct unnamed species, *Oryzias* sp.

2. Relationships

Mitochondrial DNA analysis has shown that *O. latipes* belongs to the

論文審査結果の要旨

same clade as *O. sakaizumii*, while *O. sinensis* belongs to *O. sp.* However, *O. sp.* could be considered to be in the same clade as *O. sakaizumii*, since it shares some characters. In addition, Allozyme study has supported that *O. latipes* share some loci of proteins with *O. sinensis* to compose a single clade, while *O. sakaizumii* and *O. sp.* is distantly related to above two species. Furthermore, recent phylogenetic analysis based on morphological characters has shown that the relationship between *O. sinensis* and *O. latipes* is sister groups. Relationships of *O. latipes* complex still remain unclear from the above. However, *O. sakaizumii* and *O. sp.* are recognized at least valid species respectively, distinguishable from *O. latipes*. Thus, it should be reclassified that *O. latipes* complex comprise four distinct species by each having different character.

朝井俊亘氏の研究「Taxonomic revision of *Oryzias latipes* complex, “Medaka” in Far-East Asia (Teleostei: Adrianichthyidae): 極東アジアに分布するメダカ種群の分類学的研究」は、極東アジアに分布するメダカ種群の分類学的取り扱いを明確に示しただけでなく、新たに2未記載種を発見し、内1種は新種記載するなど、基礎研究分野に大きな影響を与えた点で大いに評価できる。

すなわち、既往の報告から、極東アジアに分布するメダカは従来1種類のみで、そのなかに遺伝的に大きく分化した4集団：日本においては、青森県の東部から日本海沿いに丹後半島の東側まで分布する北日本集団、およびそれ以外の地域に分布する南日本集団。大陸においては、朝鮮半島黄海側から中国にかけて広く分布する中国・西韓集団、および朝鮮半島日本海側から西南部にかけて分布する東韓集団が存在していると考えられていた。しかし、遺伝学的研究によって示された各集団間の差異について、形態学的・分類学的に調査された報告はなく、詳細な比較研究も行われていない。そのため分類学的な取り扱いはきわめて曖昧なままであった。

そこで、本種内における各集団の形態比較から、現在まで不足していた各集団の形態学的情報を明らかにし、そこから各集団間に存在する形態学的有意差を見出すとともに、各集団の分類学的取り扱いの整理、類縁関係の推定を試みた。

これにより極東アジアに分布する本種群は、頭部感覚管や顎部、鰹弓部、中軸骨格や尾部骨格などの内部形態から、背鰭欠刻の深さや、体側後半部・臀鰭などに見られる黒色素胞の分布様式、最大体サイズなどの外部形態に至るまで、各集団は形態学的にも分類学的にも明瞭に区別される別種であることが明らかになった。これを受けて、日本に分布する北日本集団を新種として記載するとともに、タイプ標本との比較から、今まで *Oryzias latipes* として扱われていた本種群が、実際には南日本集団のみに相当することが明らかになった。また、中国・西韓集団はその形態学的特徴、分布域などから *O. sinensis* という種に相当し、東韓集団が未記載種 *O. sp.* であることも明らかにした。この結論に関しては、十分に分類学的な考慮をしたうえで適切な判断を下したと考えられる。

さらに、*O. sp.*にいたっては、上肋骨が二分するなどの特異的な形態を示すことも判明し、進化学上重要な形質の抽出にも成功している。この結果が、これからの遺伝学的・発生的・さらには進化学的研究

の発展に寄与できる知見であることは一目瞭然である。

以上から、従来1種4遺伝的集団であると考えられていた本種が、実際には4種からなる複合種群であることが分かり、内2種は未記載種であることが分類学的に整理された。本結果はドイツの学術誌から公表されており、北日本集団は *O. sakaizumii* としてすでに分類され、*O. sp.* も新種として記載する準備中である。本研究の結果から推定された本種群内の類縁関係からも、従来日本に分布していた2種は単系統群であると考えられてきた報告と違い、側系統群である可能性が示唆され、これからの系統分類学的研究の発展に大いに期待できる。

以上から、本論文は分類学上、必要不可欠な形態学的情報を多く蓄積しているだけでなく、メダカ種群の起源を解明するうえで、系統分類学上きわめて重要な知見を含んでいる。このように本論文の内容は、本学大学院農学研究科博士課程の基準を超えることはもとより、学術研究においてもきわめて発展性のある課題と言える。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、審査にあたっては、論文に関する専攻内審査および公聴会など所定の手続きを経たうえで、平成25年2月8日、農学研究科教授会において、論文の価値ならびに博士の学位を授与される学力が十分であると認められた。

| | |
|------------|---|
| 氏名 | 石井英治 |
| 学位の種類 | 博士（農学） |
| 学位記番号 | 農第188号 |
| 学位授与の日付 | 平成25年3月22日 |
| 学位授与の要件 | 学位規程第5条該当 |
| 学位論文題目 | Studies on the activation mechanism of PhoQ/ PhoP signal transduction by the connector SafA in <i>Escherichia coli</i> (コネクター SafA による PhoQ/PhoP 細菌情報伝 達の活性化機構に関する研究) |
| 論文審査委員（主査） | 教授 内海 龍太郎 |
| | （副主査） 教授 深溝 慶 |
| | （副主査） 教授 川崎 努 |