

## 論文審査および最終試験結果報告書

論文提出者氏名： 足立 賢太

論文題目： 水生無脊椎動物におけるゲノムサイズの分布と  
多様化機構に関する研究

審査の概要：

ゲノムサイズ (C 値) とは、半数性の染色体が持つ DNA の総量である。C 値は、次世代シーケンサと全ゲノム解読の戦略策定に必要な基礎情報であり、分子進化学、分子遺伝学などの多様な学問分野に共通する重要な基礎的知見である。しかしながら、動物界における C 値の知見は、これまで各分類群を網羅するものではなく、断片的な情報に留まっている。特に水生無脊椎動物の C 値に関する知見は極めて乏しい。近年、次世代型シーケンサの普及に伴い、多くの生物に関してゲノム解読が行われているが、各分類群における C 値の分布範囲は、ゲノム解読を行う際の種選択に重要な指標となる。さらには、生物の基本的特徴である C 値の多様性がこういった要因で生じ、またその相違が分類階級のどのレベルで生じるか等の大きな疑問が存在する。

以上の背景に基づき本論文は、多種に及ぶ水生無脊椎動物の C 値を幅広い分類群で分析し、これまでに蓄積されてきたデータを整理・統合することで、将来のゲノム解読に資するべく、C 値とその分布を検討している。さらに、これらのデータに基づいて、C 値の多様化・変異を生んだ要因について、系統分類および生息環境との関連性に基づいて論じている。

第一章では、Flow cytometry 法を用いて、11 動物門 304 種の C 値を測定し、水生無脊椎動物における C 値の分布について検討している。そして今後のゲノム解読に資するべく、各動物門の C 値分布の特徴を統計学的手法を用いて客観的に表した。さらに、これらのデータを詳細に検討し、主に軟体動物門および節足動物門において、過去に倍数性進化を起こした可能性を示した。

第二章では、上記の倍数性進化を始めとして、C 値の多様化を引き起こした要因について、軟体動物門 (頭足綱、二枚貝綱および腹足綱) に焦点を絞り検討している。頭足綱では、第一章の結果より、タコ目において倍数化を起こしたと考えられるヨツメダコ *Octopus areolatus* における染色体核型の新知見を得て、既報のマダコ *Octopus vulgaris* の染色体核型と比較した。その結果、ヨツメダコにおいて、染色体数の倍加を伴わずに C 値が倍加する、Cryptopolyploidy (隠蔽倍数性) の関与を初めて明らかにし、倍数化および隠蔽倍数性が頭足類の C 値多様化に関与したことを示した。

二枚貝綱では、ミノガイ目において、4 属 6 種の C 値および 3 属 5 種の染色体数を明らかにし、本分類群における染色体数の減少に伴う C 値の減少には、ロバートソン型融合とその後生じたと考えられる染色体腕の欠失等が関与し、それが C 値多様化の要因となったことを示した。

腹足綱前鰓亜綱では、C 値に加えて、倍数化後に生じるゲノム構成 (AT 含量比) の変異について検討している。その結果、カサガイ目から新腹足目にかけて C 値の増加

に伴う AT 比の減少が見られたことから、倍数化後に GC リッチな配列がゲノム中に拡大した可能性を考察している。すなわち、倍数化に加えて、この GC リッチな配列の増加が C 値多様化の要因であることを示している。さらに、より下位の分類群において C 値の多様化を検討するため、ミミガイ属 8 種の C 値を測定したところ、異なる地域に生息するミミガイ属内の種間において、種分化の方向と一致する C 値の変遷が見られたことから、C 値は、地理的な生殖隔離に伴う種分化によっても、系統的な変遷に従って漸進的に変化することを示した。

第三章では、深海と浅海および共生と非共生といった環境的・生態的要因が、C 値の変異に影響を及ぼすか否かについて、環形動物、軟体動物および刺胞動物を用いて検討している。その結果、環境・生態的要因は C 値に影響を与えず、むしろ C 値は系統的に近い分類群に類似する傾向にあることを明らかにした。

以上、足立賢太による本論文は、未報告の動物門および水産重要種を含む 11 動物門 304 種の C 値を明らかにし、今後のゲノム解読に資するべく、各動物門の C 値分布の特徴を客観的に表した。さらに、軟体動物門内の分類群毎に倍数性進化、隠蔽倍数性、特定配列の拡大および種分化に伴う C 値の変化等の現象を明らかにし、これらのことが C 値多様化の要因であることを明確に示した。また C 値は、環境・生態的要因よりはむしろ系統的に近い分類群に類似する傾向を示すことも明らかにした。

水産学分野において、ほとんど報告例のない水生無脊椎動物の C 値に着目し、極めて広範囲かつ多種の C 値を明らかにした本研究は、細胞遺伝学をはじめ、将来のゲノム解読の基礎研究に大いに資するものであり、博士論文にふさわしいものと判断できる。

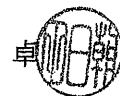
また、平成 26 年 1 月 27 日に実施した最終試験において、論文の内容ならびに関連分野について、本人が学位を受けるに必要な学識を持つことを認め、合格と判定した。

以上の結果から、審査員一同はこれを北里大学・博士（水産学）の学位を授与するに値するものと判定した。

論文審査担当者：

主 査 北里大学教授

朝日田



副 査 北海道大学大学院教授

荒井 克俊



北里大学教授

加戸 隆介



北里大学講師

三宅 裕志



北里大学准教授

奥村 誠一

