

日本鶏における形態的・遺伝的多様性ならびにその利用

Morphological and Genetic Diversity and its Utility
in Native Japanese Chicken Breeds

都築 政起

広島大学大学院生物圏科学研究科

Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University

はじめに

日本でつくられたニワトリ品種のことを日本鶏（にほんけい）と呼ぶ。そのほとんどが観賞用の品種である。狭義の場合には、江戸時代の終わりもしくは明治時代の始め頃までにつくられた品種のことを指し、広義の場合には、明治時代の中頃から昭和時代の始め頃までに、外国から輸入したニワトリを利用してつくられた実用品種（卵・肉生産用品種）も含む。日本鶏には、外国鶏と比較した場合に、特異的な形態や性能を示すものが多い。しかしながら、日本鶏に対する遺伝学的その他の研究はこれまでほとんどなされていない。すなわち、日本鶏は潜在的遺伝子資源の宝庫と言えるかも知れない。

本稿では、日本鶏の品種とそれらが示す多様な形態を紹介すると共に、外国鶏も含めたニワトリの各品種における遺伝的多様性ならびにそれら品種間の遺伝的類縁関係について述べる。また、日本鶏の実験動物としての利用の可能性についても言及する。さらに、畜産学的見地から、卵肉の生産に関与している有用遺伝子座を発見する際に行う、「量的形質遺伝子座 (quantitative trait loci: QTL) 解析」における、日本鶏利用の有利性ならびにその実例についても述べる。

日本鶏の品種とその特徴

日本鶏には 40 前後の品種が存在する (三井, 1979; 都築, 2003; Tsudzuki, 2003)。これらのうち、15 品種と 2 グループ (図 1-26) が、その形態や性質の特異性ゆえに、日本国により天然記念物 (もしくは特別天然記念物) に指定されている (黒田と山口, 1987)。これらの 15 品種 (図 1-15) を列挙すると次のようになる。括弧の前は天然記念物指定時に表記された名前であり、括弧内の漢字およびカタカナ名は通常の変名あるいは呼称である。小国鶏 (ショウコク)、矮鶏 (チャボ)、烏骨鶏 (ウコッケイ)、声良鶏 (コエヨシ)、比内鶏 (ヒナイドリ)、蜀鶏 (唐丸鶏、トウマル)、養曳鶏 (ミノヒキ)、河内奴鶏 (カワチャッコ)、黒柏鶏 (クロカシワ)、土佐のオナガドリ (尾長鶏、オナガドリ)、東天紅鶏 (トウテンコウ)、鶉矮鶏 (ウズラチャボ)、養曳矮鶏 (ミノヒキチャボ)、地頭鶏 (ジトッコ)、薩摩鶏 (サツマドリ)。

2 グループとは、地鶏 (ジドリ) グループと軍鶏 (シャモ) グループである。地鶏グループ (図 16-19) には、土佐地鶏 (トサジドリ)、岐阜地鶏 (ギフジド

リ)、三重地鶏 (ミエジドリ) および岩手地鶏 (イワテジドリ) の 4 品種が含まれる。軍鶏グループ (図 20-26) には、大軍鶏 (オオシャモ)、八木戸鶏 (ヤキド)、大和軍鶏 (ヤマトグンケイ)、金八鶏 (キンバ)、小軍鶏 (コシャモ)、南京軍鶏 (ナンキンシャモ)、越後南京軍鶏 (エチゴナンキンシャモ) の 7 品種が含まれる。厳密に言うと、軍鶏のグループに含まれる大軍鶏以外の 6 品種が天然記念物に指定されているかどうか判然としない。大軍鶏のみが指定されている可能性もある。しかし、愛好家間では、一般にこれら 7 品種すべてが天然記念物であると認識されている。尚、南京軍鶏と越後南京軍鶏は通常別品種として扱われているが、両者の間には、別品種として扱われる程の大きな差異は存在しない。尚、上記品種のうち、「土佐のオナガドリ」のみは、その群を抜いた特異性ゆえに特別天然記念物に指定されている。

以下に、日本鶏における、天然記念物指定品種の特徴を簡略に述べる。詳しく知りたい方は、他の文献もご覧いただきたい (三井, 1979; 黒田と山口, 1987; 都築, 2006b)。尚、以下には、それぞれの品種がもつ体の大きさを知る指標として標準体重 (成体体重) を挙げてあるが、これは「全国日本鶏保存会」の基準によっている (全国日本鶏保存会, 1997)。他の愛好家団体が、また別の基準を設けている場合もある。

【小国鶏】 (図 1) 昭和 16 年天然記念物指定。雄 2000 g, 雌 1600 g。卵用鶏型の体型を示すが、雄の尾羽は豊かで長く、先端部に地に曳く。雄の胸、腹、尾は黒く、襟と養が白い白笹 (白藤) 羽装が一般的である。他に、五色 (ごしき) や白色羽装のものもいる。単冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【烏骨鶏】 (図 2) 昭和 17 年天然記念物指定。雄 1125 g, 雌 900 g。突然変異の集合体のような品種である。皮膚は黒く、羽毛は糸状である。内臓や骨の表面も黒味を帯びている。脚毛をもち、趾は 5 本存在する。鶏冠には、薔薇冠のものや盃冠のものが存在する。また毛冠をもつ。さらに、個体により、有髭のものとなさげなものがある。耳朵は青色である。脚色は、白色羽装のものでは鉛色、黒色羽装のものでは黒色である。

【矮鶏】 (図 3) 昭和 16 年天然記念物指定。雄 730 g, 雌 610 g。尾が直立した小型の品種である。また短脚も特徴とする。桂、白、黒、猩々、横斑、その他、内種が極めて多い。単冠、赤耳朵、黄脚を標準

とする。

【声良鶏】(図 4) 昭和 12 年天然記念物指定。雄 4500 g, 雌 3750 g。秋田県原産。大軍鶏と似た体型、体格を示すが、大軍鶏よりも毛深い。また尾も豊かである。長鳴鶏として有名である。羽装色は、白笹あるいは五色に類似している。三枚冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【比内鶏】(図 5) 昭和 17 年天然記念物指定。雄 3000 g, 雌 2300 g。秋田県原産。コーチン型の重厚な体型を示す。頸羽が特に豊かである。大軍鶏のように三枚冠を有するが、顔つきは大軍鶏のようには険しくない。三枚冠の他、赤耳朵、黄脚を標準とする。羽装は赤笹(e^+/e^+)もしくは柏(e^+/e^v)である。

【蜀鶏】(図 6) 昭和 14 年天然記念物指定。雄 3750 g, 雌 2800 g。新潟県原産。唐丸鶏とも表記する。卵用鶏型とコーチン型の中間的な体型を示す。羽装は黒色が主であるが、まれに白色のものもいる。単冠、赤耳朵、黒脚が標準である。白色内種の脚は鉛色である。鶏冠および顔面の皮膚の赤色に黒色を帯びる雄が存在する。特に雌では、これらの部位は烏骨鶏のように黒い。本品種は長鳴性をもつ。

【養曳鶏】(図 7) 昭和 15 年天然記念物指定。雄 2500 g, 雌 1800 g。静岡県もしくは愛知県原産。体型は、大軍鶏を思わせるような直立型であるが、雄の尾蓑が小国鶏のように豊かで長い。羽装は猩々が主であるが、他に白色、白笹、赤笹がある。盃冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【河内奴鶏】(図 8) 昭和 18 年天然記念物指定。雄 930 g, 雌 750 g。三重県原産。大型の三枚冠を特

徴とする小型の品種である。羽装は五色で、尾は雉尾的である。耳朵は赤、脚は黄色である。

【黒柏鶏】(図 9) 昭和 26 年天然記念物指定。雄 2800 g, 雌 1800 g。山口県もしくは島根県原産。小国と似た体型を示し、同様に豊かで長い尾をもつ。しかし、小国とは異なり、蓑羽は特に長くはない。羽装は黒色のみである。単冠、赤耳朵、黒脚をもつ。鶏冠および顔面の皮膚の色は蜀鶏の場合と同様である。また、蜀鶏ほどではないが、長鳴性をもつ。

【鶉矮鶏】(図 10) 昭和 12 年天然記念物指定。雄 675 g, 雌 600 g。高知県原産。尾羽を欠損する小型の品種である。蓑羽は存在するため、全体としてウズラのような外観を呈する。赤笹が本来であるが、多くの内種がある。単冠、白耳朵、黄脚を標準とする。

【養曳矮鶏】(図 11) 昭和 12 年天然記念物指定。雄 937 g, 雌 750 g。高知県原産。体格は小型であるが、尾および蓑羽は豊かで長い。羽装は赤笹が本来であるが、白色、白笹も存在する。単冠、白耳朵、柳脚を標準とする。また短脚も特徴とする。

【東天紅鶏】(図 12) 昭和 11 年天然記念物指定。雄 2250 g, 雌 1800 g。高知県原産。体型、尾蓑が豊かで長い点ともに、小国と良く似ている。しかし羽装は赤笹であり、小国のような白笹のものはない。長鳴鶏として有名である。単冠、白耳朵、柳脚をもつ。

【土佐のオナガドリ】(図 13) 昭和 27 年特別天然記念物指定。尚、これに先立ち、大正 12 年には天然記念物に指定されている。その時の名称は、「土佐の



図 1. 小国鶏 (シヨウコク)
白笹 (白藤) 内種オス

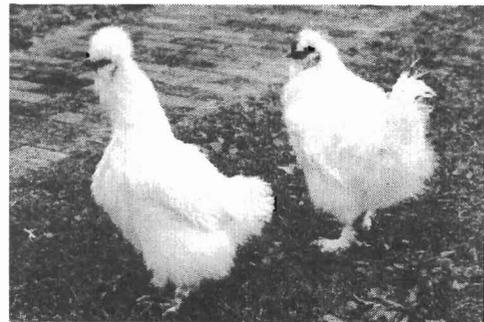


図 2. 烏骨鶏 (ウコッケイ)
白色内種, 左: メス, 右: オス



図 3. 矮鶏 (チャボ)
左：白色内種オス, 右：横斑内種メス

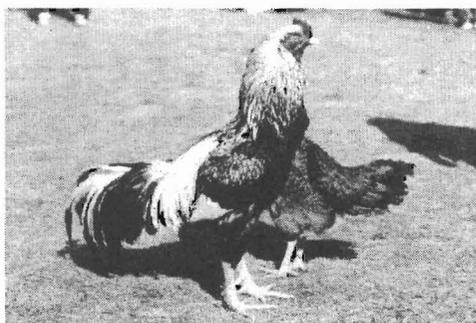


図 4. 声良鶏 (コエヨシ)
白笹類似羽装, 手前：オス, 奥：メス



図 5. 比内鶏 (ヒナイドリ)
赤笹内種オス

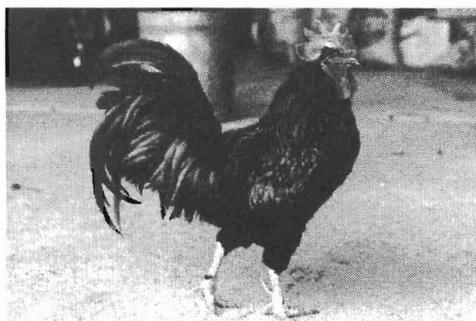


図 6. 蜀鶏 (唐丸鶏, トウマル)
黒色内種オス

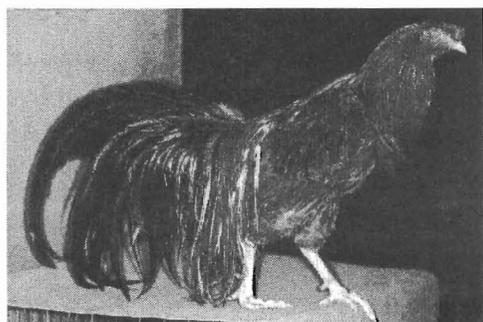


図 7. 蓑曳鶏 (ミノヒキ)
猩々内種オス

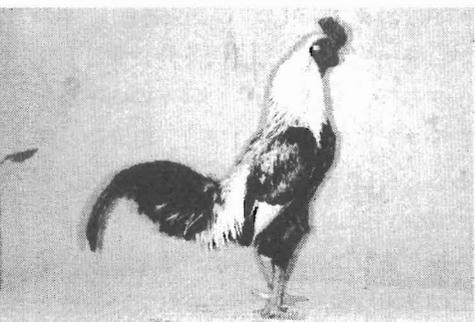


図 8. 河内奴鶏 (カワチヤッコ)
五色羽装オス

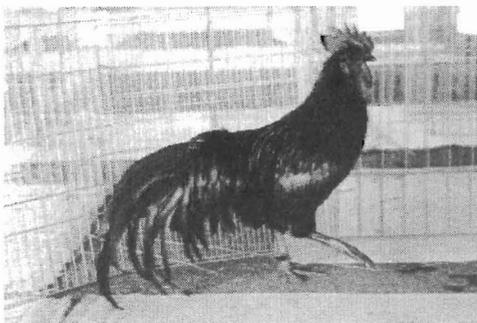


図 9. 黒柏鶏 (クロカシワ)
黒色羽装オス

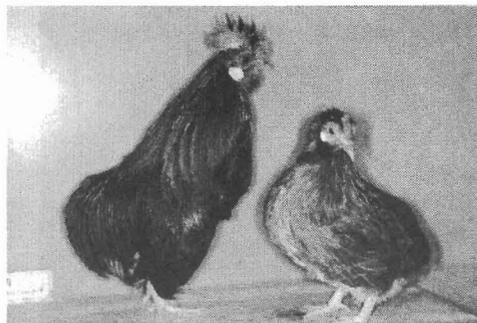


図 10. 鶉矮鶏 (ウズラチャボ)
赤笹内種, 左: オス, 右: メス



図 11. 蓑曳矮鶏 (ミノヒキチャボ)
赤笹内種, 手前: オス, 奥: メス

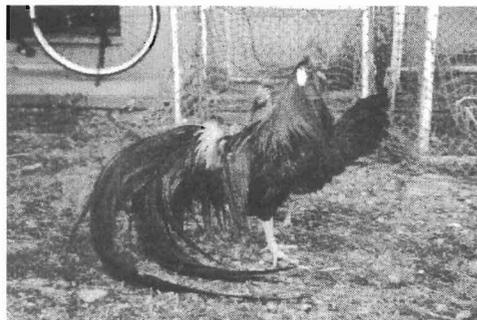


図 12. 東天紅鶏 (トウテンコウ)
赤笹羽装, 手前: オス, 奥: メス

長尾鶏」。雄 1800 g, 雌 1350 g. 高知県原産。雄の尾蓑の一部が、終生換羽することなく伸長する品種である。五色、白笹、赤笹、白色、猩々の内種がある。五色、白笹、赤笹内種では、単冠、白耳朵、柳脚が標準である。白色内種では、脚の色は黄色である。また猩々内種のそれは、黄もしくは柳色である。五色および白笹羽装のことを一般に白藤と呼ぶ。本品種についての詳細は他所にも述べられているので、そちらもご覧戴きたい（都築, 2000, 2006a, b; Tsudzuki ら, 2006; Tadano ら, 2009）。

【地頭鶏】(図 14) 昭和 18 年天然記念物指定。雄 2600 g, 雌 2000 g. 鹿児島県もしくは宮崎県原産。特に大型ではないが、重厚感のある品種である。短脚を特徴とする。尾羽は特に長くはないが豊かであ

る。三枚冠、赤耳朵、黄脚をもつ。また毛冠ならびに頬髭をもつ。もともとは多くの内種がいたようであるが、現在みられる羽装は赤笹のみである。

【薩摩鶏】(図 15) 昭和 18 年天然記念物指定。雄 3750 g, 雌 2810 g. 鹿児島県原産。大軍鶏を髣髴とさせる直立的な体型をもつが、大軍鶏よりもスリムである。尾羽の量は豊かであり、左右に良く開帳する。本来は闘鶏であるため闘争性が強い。三枚冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。赤笹の他、白笹、白色、黒色の内種がある。

【土佐地鶏】(図 16) 昭和 16 年天然記念物指定。雄 675 g, 雌 600 g. 高知県原産。小型の地鶏である。雄の尾は雌尾的である。また、蓑羽がほとんど下垂しないのが特徴である。赤笹羽装が本来であるが、



図 13. 土佐のオナガドリ（尾長鶏，オナガドリ）
白笹（白藤）内種オス

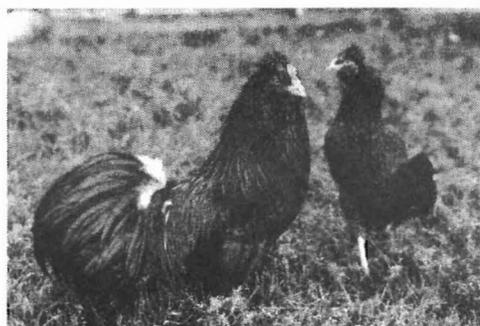


図 14. 地頭鶏（ジトッコ）
赤笹内種，左：オス，右：メス

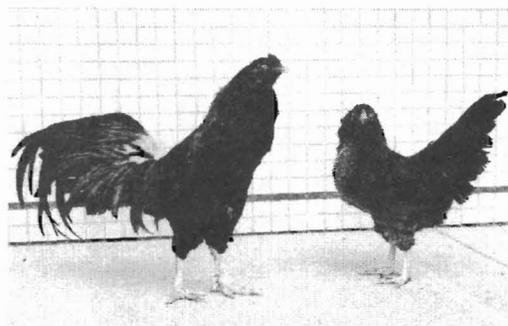


図 15. 薩摩鶏（サツマドリ）
赤笹内種，左：オス，右：メス

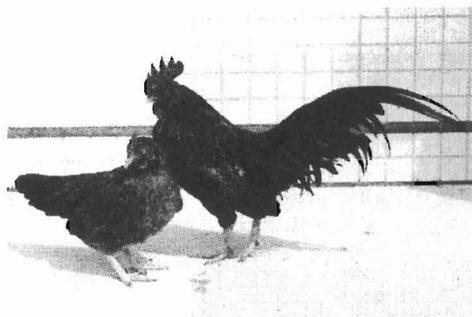


図 16. 土佐地鶏 (トサジドリ)
赤笹内種, 左: メス, 右: オス

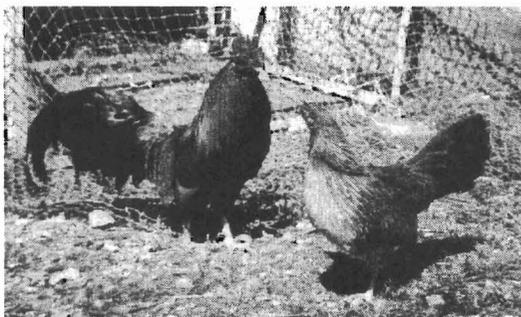


図 17. 岐阜地鶏 (ギフジドリ)
赤笹内種, 左: オス, 右: メス

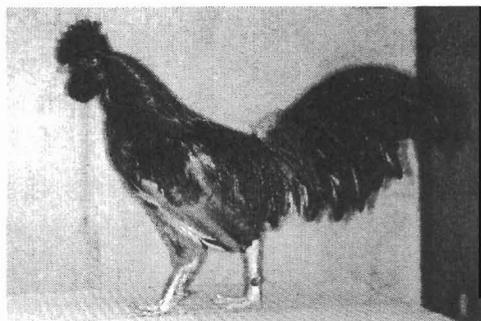


図 18. 三重地鶏 (ミエジドリ)
猩々羽装オス



図 19. 岩手地鶏 (イワテジドリ)
赤笹内種, 左: メス, 右: オス



図 20. 大軍鶏 (オオシャモ)
白色内種オス

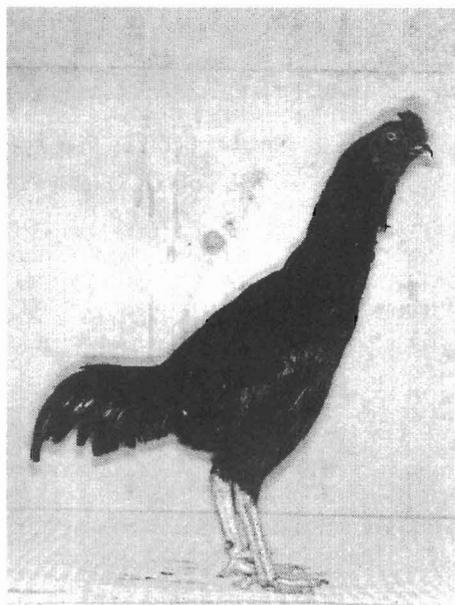


図 21. 八木戸鶏 (ヤキド)
黒色羽装オス



図 22. 大和軍鶏 (ヤマトグンケイ)

左：加緋丹 (カピタン) 内種オス

右：柏羽装 (*e/e*) メス



図 23. 金八鶏 (キンパ)

黒色内種オス



図 24. 小軍鶏 (コシヤモ)

手前：赤笹羽装オス, 奥：柏羽装 (*e/e*) メス



図 25. 南京軍鶏 (ナンキンシャモ)

白色内種, 手前：オス, 奥：メス



図 26. 越後南京軍鶏

(エチゴナンキンシャモ)
赤笹内種オス

白色羽装も存在する。単冠、赤耳朵、黄脚が標準である。

【岐阜地鶏】(図 17) 昭和 16 年天然記念物指定。雄 1800 g, 雌 1350 g. 岐阜県原産。赤笹(e^+/e^+)もしくは柏(e^r/e^r)羽装をもつ。単冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【三重地鶏】(図 18) 昭和 16 年天然記念物指定。雄 1800 g, 1350 g. 三重県原産。猩々羽装をもつ地鶏である。胸や腹の皮膚が、大軍鶏のような赤色であることが大きな特徴である。猩々羽装の他、単冠、黄脚を標準とする。また、鶏冠の表面は他の品種のそれに比べてザラザラしている。

【岩手地鶏】(図 19) 昭和 59 年天然記念物指定。岩手県原産。地鶏にしては丸みを帯びた体型を示す。全国日本鶏保存会による「日本鶏審査標準」には収録されていないが、成体体重は雄 2000 g、雌 1500 g 程度である。羽装には赤笹と白笹がある。単冠であるが、耳朵色には赤のものと白のものがある。また脚色にも、黄脚と柳脚とがある。

【大軍鶏】(図 20) 昭和 16 年天然記念物指定。雄 5620 g, 雌 4875 g. 直立した体型をもつ大型の品種である。本来、闘鶏として育種された、闘争性が極めて強い品種である。矮鶏同様、内種が多い。尾は、野生動物のキジの尾を連想させる雉尾と呼ばれる形態を示し、水平より上には上がっていない。三枚冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【八木戸鶏】(図 21) 雄 2625 g, 雌 2100 g. 三重県原産。大軍鶏と似た外貌をもつが、大軍鶏よりも小さい。羽装は黒色のみである。三枚冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【大和軍鶏】(図 22) 雄 2000 g, 雌 1700 g. 小軍鶏と似た体型を示すが、より大型である。やはり内種が多い。顔面に、眼を覆い隠してしまうほど皺が多いことが大きな特徴である。尾は海老の体型をイメージさせる形態をしており、海老尾と称される。胡桃冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【金ハ鶏】(図 23) 雄 1800 g, 雌 1400 g. 秋田県原産。小軍鶏や大和軍鶏に似た体型を示し、その体格は両者の中間的な大きさである。小軍鶏や大和軍鶏同様に海老尾をもつ。羽装は黒色が一般的である

が、白色のものも存在する。雄が丸羽(雌と同じ形態の羽毛)をもつことが大きな特徴である。

【小軍鶏】(図 24) 雄 1000 g, 雌 800 g. 大軍鶏同様直立した体型を示すが、小型である。尾は大和軍鶏同様海老尾である。大軍鶏同様、内種が多い。胡桃冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【南京軍鶏】(図 25) 雄 937 g, 雌 750 g. 軍鶏の仲間にしては、体が直立しておらず、前傾姿勢をとる。また、軍鶏の仲間にしてはスレンダーな体型を示す。羽装には赤笹、白色などがある。尾は雉尾である。三枚冠、赤耳朵、黄脚を標準とする。

【越後南京軍鶏】(図 26) 雄 930 g, 雌 750 g. 品種名から判断すると新潟県原産と思われるが、定かではない。脚が南京軍鶏よりも短めかつ太めである。他の特徴は南京軍鶏と大同小異である。

日本鶏の来歴

前記の天然記念物指定の品種をはじめ、日本鶏の色々な品種がどのようにして出来てきたのか、それを証明する直接的文献などはほとんど存在しないが、一般的には次のように考えられている(小穴, 1951)。

1. 紀元前の弥生時代、現在の土佐地鶏などの地鶏の祖先が既に多種類存在した。
2. 平安時代に、遣唐使船によって小国の祖先が中国より渡来した。江戸時代初期に、朱印船により、大軍鶏、矮鶏、烏骨鶏の祖先が、それぞれタイ、ベトナム、中国(もしくはインド)から伝来した。
3. 江戸時代の鎖国期を通じ、各種(各地)の地鶏、小国、大軍鶏、矮鶏、烏骨鶏が様々に交配、純化されて、江戸時代の終わり(一部は明治時代の初期)までに、現存するほぼ全ての品種が成立した。
4. 明治時代になると多種類の外国鶏が輸入されるようになり、日本の在来鶏と様々な交配がなされて、明治・大正期を通じて卵肉の生産を目的とした実用品種が育成された。その代表的なものに名古屋(ナゴヤ)がある。

日本鶏における遺伝的多様性

下に、筆者のグループが、マイクロサテライト DNA 多型を利用して大規模に行った、日本鶏各品種における遺伝的変異性ならびに各品種間の遺伝的類

縁関係の調査結果を簡略に紹介する。詳細については原著論文として公表されているので (Osman ら, 2006)、そちらをご覧戴きたい。遺伝的変異性および遺伝的類縁関係を明らかにすることにより、希少な日本鶏品種を保護・増殖するための指針を得ることが可能になる。尚、この原著論文の他にも、筆者のグループが行った、日本鶏および外国鶏の遺伝的多様性に関する研究成果をまとめた論文が存在するので (Tadano ら 2007, 2008a,b,c)、興味のある方はそちらもご覧戴きたい。

前述の調査に用いたマイクロサテライト DNA マーカーの数は 20 である。28 の日本鶏品種を、またこれらとの比較のために 7 つの外国由来商用鶏品種 (もしくは内種) を用いた。それぞれの品種名は次の通りである。日本鶏: 小国鶏、矮鶏、烏骨鶏、土佐地鶏、岐阜地鶏、三重地鶏、大軍鶏、小軍鶏、八木戸鶏、金八鶏、河内奴鶏、声良鶏、薩摩鶏、地頭鶏、養曳鶏、尾長鶏、東天紅鶏、養曳矮鶏、鶉矮鶏、比内鶏、黒柏鶏、蜀鶏 (唐丸鶏)、会津地鶏 (アイジドリ)、愛媛地鶏 (エヒメジドリ)、土佐九斤 (トサクキン)、熊本 (クマモト)、名古屋および宮地鶏 (ミヤヂドリ); 外国由来商用鶏: 白色レグホーン白色プリマスロック、横斑プリマスロック、白色コーニッシュ、赤色コーニッシュ、ロード・アイランド・レッドおよびニューハンプシャー・レッド。これらの品種に関し、1 座位当たりの平均アليل数 (MNA)、多型を示す座位の割合 (P_{poly}) および平均ヘテロ接合率 (H_e) を調査した。これらの値からは、いずれも近親交配の程度を把握することができる。例えば、近親交配の極みであるマウスの近交系では、 $MNA = 1$ 、 $P_{poly} = 0$ 、 $H_e = 0$ である。ニワトリは近親交配の悪影響を受けやすいため、ニワトリ品種の末永い維持・保存を考える場合は、これらの値が小さくなり過ぎないことが望ましい。一方、マウスのように、実験動物としての利用を考える場合には、マウスにおける値と同じになること、もしくはそれに近づくことが望ましいが、その達成は困難を極める。

表 1 に、上記調査で得られた日本鶏および外国由来商用鶏における MNA、 P_{poly} および H_e の値をまとめた。これら 3 つの指標の最高値は日本鶏と外国由

来商用鶏ではほぼ同等であるが、最小値は、3 つの指標とも、日本鶏の方が小さい。日本鶏の中で、これら 3 つの値が最も小さいのは声良鶏である (1.75, 0.55 および 0.21)。これらの小さな値は、声良鶏の保護対策が早急に必要であることを意味する。しかし、国から天然記念物に指定されているにもかかわらず、その保護システムが国にもその他の地方公共団体にも存在しない。全てが愛好家の個人努力にゆだねられている。国が天然記念物に指定している以上、少なくとも国にそのようなシステムが存在してしかるべきであると思われるが、我が国には皆無である。世界の珍種・特別天然記念物「土佐のオナガドリ」に対してさえもそうである。生きた文化遺産を大切にしない国家・・・嘆かわしいことである。

マイクロサテライト DNA の多型調査を行えば、上記のように遺伝的変異性を明らかにできるばかりでなく、各品種の遺伝的類縁関係を明らかにすることもできる。この研究では、ごく一部の例外を除いて、日本鶏品種と外国由来鶏品種は明らかに別々のグループに分類された。すなわち、日本鶏と外国由来鶏では、その育種過程を反映して、遺伝的組成が異なっていることが明らかになった。また、日本鶏の品種の中にも 4 つのグループが形成されたが、それは、体型により品種を分類した場合のものとはほぼ一致した。すなわち、機能をもたないマイクロサテライト DNA に基づいた分類と、機能する遺伝子の作用の結果出現した体型に基づいた分類が一致したのである。興味深い結果である。尚、4 つのグループが示した体型は、それぞれ、肉用鶏型、シャモ型、シャモ型と卵用鶏型の中間型ならびに卵用鶏型であった。さらに、卵用鶏型の体型をもったグループでは、長尾性品種とそれ以外の品種がそれぞれグループを形成した。すなわち、長尾性品種 (ここでは、小国、会津地鶏、東天紅、養曳矮鶏、尾長鶏) がお互いに近い遺伝的関係にあることが明らかになった。

尚、以上のような成果とは別に、遺伝的類縁関係の解明結果は、後に述べる Quantitative Trait Loci (QTL) 解析の実行計画を立てる際に有効活用することができる。

表1. 日本鶏 28 品種および外国由来商用鶏 7 品種における、1 座位当たりの平均アレル数 (MNA)、多型を示す座位の割合(P_{poly})ならびに平均ヘテロ接合率(H_e)*

鶏 種	近交程度の指標		
	MNA	P_{poly}	H_e
日本鶏	1.75 ~ 5.10	0.55 ~ 1.00	0.21 ~ 0.67
外国由来商用鶏	2.90 ~ 4.30	0.80 ~ 1.00	0.46 ~ 0.66

* 20 のマイクロサテライト DNA の分析による。Osman ら (2006)より抜粋。

日本鶏の実験動物としての利用

改めて申すまでもなく、ニワトリはかねてより多くの研究に用いられている。その多くは、畜産学的観点からの、生産性の向上を念頭においた、ニワトリ改良のためのニワトリの研究であるが、生物そのものを理解するための研究にも多く用いられている。例えば四肢の発生に対する遺伝子支配の研究などに多用されている。しかし、これらの場で用いられるのは、主にレグホーンやプリマスロックなど欧米で育種されたニワトリであり、日本鶏の利用はほとんどない。利用頻度が少ないのは、日本鶏の存在そのものが世の研究者にほとんど知られていないことに起因すると思われる。しかし、先に述べたように、日本鶏には特異的な形態や性質をもつものが多い（すなわちそれは、特異的な遺伝子を保有していることを意味する）ため、日本鶏は優れた実験動物になり得ると考えられる。例えば、糸状羽や黒色の皮膚をもち多指症を示す烏骨鶏は、色素合成や色素沈着に関する研究分野や形態形成研究分野で生物学的モデル動物として有用であると考えられるし、遺伝的な短脚を示す地頭鶏は軟骨形成研究分野で生物学的モデルとして使用できることはもちろん、chondrodystrophy の疾患モデルとして使用可能かも知れない。また、遺伝的に極めて攻撃性の強い大軍鶏は、攻撃行動やその遺伝的支配を研究する上で格好の材料になりえると考えられる。さらに、東天紅など長鳴性の品種は、「鳴くこと」に関する神経支配および遺伝支配の研究に使用可能であると考えられる。

これらの品種の他に、遺伝的に尾羽が欠損する鶉矮鶏も、モデル動物として使用可能であると考えられる。以下に、未だ最終結論は得られていないが、

筆者らのグループが行っている鶉矮鶏に対する研究結果を簡略に紹介する。鶉矮鶏における尾羽の欠損は、尾椎、仙椎および腰椎の異常に起因していると考えられる。本品種では、その多くのものに尾椎および仙椎の欠損が認められる。また腰椎の末端部の脊骨が 1、2 個欠損している個体も存在する。一方、尾椎の一部が欠損しているに過ぎないものも存在する。すなわち、鶉矮鶏の脊椎異常には、個体により大きな変異がみられる。また、遺伝様式の分析結果からは、この異常形質の発現は単一の遺伝子座では説明できないことが明らかになっている。また同時に、少なくとも 1 つの常染色体性の優性遺伝子がその発現に関与していることも明らかになっている。このように、遺伝性の脊椎形成異常を示すことから、鶉矮鶏は、脊椎形成に対する遺伝子支配を研究する際の生物学的モデルに成り得ることは明らかである。また、ヒトにおいても尾椎欠損症が存在することから、その疾患モデルとしても使用可能であるかも知れない。

日本鶏の直接的産業利用

先に、ほぼ全ての日本鶏品種は観賞用であると述べたが、この観賞用の品種も一部では卵・肉生産を目的として産業利用されている。我が国で普通に大量流通している鶏卵は、主に白色レグホーンから得られたものであり、白い卵殻をもっている。一方、普通に大量流通している鶏肉は、主に、白色コーニッシュ雄と白色プリマスロック雌の交配から得られた 1 代雑種の肉である。すなわち、我が国で卵肉生産のために大規模飼育されているニワトリは、卵用鶏、肉用鶏ともに外国由来の品種である。この状況は 1960 年代に端を発して出現したが、現在までに完

全に定着している。一方、1980年代頃より、このような外国由来品種から得られた卵肉とは別の、より味わいのある卵肉を求める消費者の声が聞かれ始めた。それに呼応し、小規模ではあるが、日本全国各県において、日本鶏を用いた卵肉の生産が始まり、これも現在では定着している(日本食鳥協会, 2007)。と言っても、一部の例外を除いては、純粋の日本鶏を用いているわけではない。日本鶏の卵肉の生産性は一般に低く、純粋品種のままでは、経済性の点で商業利用は不可能である。また、多くのものが天然記念物に指定されているため、その純粋品種の肉を流通させることはできない。これらの問題を解決するために、ほとんど全ての場合、日本鶏(大軍鶏、比内鶏、薩摩鶏など)と生産性の高い外国由来商用鶏(プリマスロック、ロード・アイランド・レッドなど)との交配を行って雑種を作成し、これを用いている。肉用鶏としての利用がほとんどであるが、一部に卵用鶏としての利用もある。尚、このようにして作られた雑種に、「地鶏(ジドリ)」の名前が与えられ、その肉が「地鶏肉」として販売されているが、これらは決して学問上の品種分類における地鶏ではなく、商業上の客寄せのための呼び名に過ぎないことに読者諸氏にご留意願いたい。真の地鶏は天然記念物指定がなされているため、その肉の商業利用はできない。

日本鶏を用いた QTL 解析

量的形質を支配する遺伝子座の染色体上の位置を明らかにするための方法を quantitative trait loci (QTL)解析と呼ぶ(HaleyとKnott, 1992; 都築と後藤, 2009)。本法は、実質的には1990年代から使用可能になった比較的斬新な方法であるが、栽培植物、家畜を問わず、現代では広く用いられている。栽培植物や産業家畜においては、主に生産性を支配している複数の遺伝子座を検出するために用いられ、マウスやラットなどの科学動物(実験動物)においては、糖尿病やアトピー性皮膚炎など多因子性遺伝疾患の支配遺伝子座を明らかにするために用いられていることも多い(石川, 2009)。

QTL 解析を行うためには、資源家系と呼ばれる、

両親一子(F_1)—孫(F_2 もしくは戻し交配世代)からなる1セットの解析用家系が必要である。この家系の両親には、遺伝的になるだけ異なった2者を用いることが望ましい。ニワトリにおいてQTL解析を行う場合には、遺伝距離の大きい2品種(もしくは系統)を用いることが望ましい。卵肉の生産性に関与する遺伝子座の解明を目的として、QTL解析用の資源家系を造成する場合、両親世代の片親として、日本鶏は極めて有用である。先の「遺伝的多様性」の項で述べたように、日本鶏と外国由来商用鶏との間には大きな遺伝的隔りがある上に、産卵性、産肉性においても、両者はその特徴を大きく異にしているからである。特徴(形質)の差異が大きいということは、その形質を支配している対立遺伝子も異なっていることを意味しており、この場合、QTLの能率的検出が期待できるからである。

以下に、筆者のグループが行っている、ニワトリ経済形質のQTL解析について紹介する。資源家系の両親世代には、日本鶏の代表格である大軍鶏と外国由来鶏種一の産卵鶏である白色レグホーンを選定した。両品種はその形質に大きな違いがみられるからである。例えば、①大軍鶏は体格が大であるのに対し、白色レグホーンは小型、②大軍鶏は産卵率が低いのに対し、白色レグホーンは高産卵率を示す、③大軍鶏は性成熟が遅いのに対し、白色レグホーンでは早い、などである。これらの違いが存在するということは、この2者を用いた場合、成長、卵、肉に関し、能率的にQTLが発見されると考えられたからである(Tsudzukiら, 2007)。また、先の項で述べた、マイクロサテライトDNAを用いた遺伝的類縁関係の解析からも、大軍鶏と白色レグホーン間には大きな遺伝的距離が存在することは明らかである(Osmanら, 2006)。

大軍鶏雄と白色レグホーン雌を交配して F_1 を得、これを全きょうだい交配することにより F_2 を得た。解析対象とする形質ごとに、準備した F_2 個対数は異なっているが、成長(体重)形質解析用には3000を越す F_2 個体を得ている。各 F_2 個体が示した形質値とマイクロサテライトDNAのアリル型データを統合し、QTL Cartographer、MapManager QTX、

R/qtl といった専用ソフトウェアを用いて QTL 解析を行った結果、体重、脚長などの成長関連形質で 201、産卵率、卵重、卵サイズなどの卵関連形質で 55、肉色、肉の pH 値などの肉関連形質で 17 の QTL を発見している。これらのうち、それぞれ、92、42、17 は世界初発見の QTL である。このように、1 研究グループが、世界初発見のものも含めて極めて多数の QTL を発見し得たのは、大軍鶏という日本鶏を材料に用いたことによると考えられる。大軍鶏のみならず、他の日本鶏品種を用いても、交配相手となる外国由来商用鶏の選定を的確に行えば、同様に良好な QTL 解析結果が得られるものと考えられる。

おわりに

以上、日本鶏に関し、主だった品種の特徴の紹介を行うと共に、その遺伝的多様性ならびに様々な分野での利用の可能性について略述した。「はじめに」で述べたように、日本鶏の主な用途は、観賞用である。しかし、その飼育者は少なく、日本鶏そのものの個体数も少ない。特に近年は、トリインフルエンザの我が国での発生を受けて、後難を恐れるためであろうか、日本鶏飼育を止める愛好家も続出している。すなわち、日本鶏の数はますます減少している。いわば、日本鶏は常に絶滅の危機にあると言っても過言ではない。筆者は、日本鶏の用途は観賞用のままであっても一向に構わないと思う。しかし、それぞれの品種の特性を見出し、研究や産業の分野で用いることは、愛好家の方々からは邪道だと言って非難されるかも知れないが、結局は日本鶏の個体数を増やすことにつながり、日本鶏の保存につながるのではなかろうか。

文 献

- Haley CS and Knott SA, 1992. A simple regression method for mapping quantitative trait loci in line crosses using flanking markers. *Heredity*, 69: 315-324.
- 石川 明, 2009. 動物モデルによる多因子性疾患の QTL 解析: その基礎的理論と解析方法 (改訂版 4) . 名古屋大学学術機関リポジトリ, <http://hdl.handle.net/2237/6779>.
- 黒田長久・山口健児, 1987. 天然記念物日本の鶏. 教育社, 東京.
- 三井高遂, 1979. 日本鶏大鑑. ペットライフ社, 東京.
- 日本食鳥協会, 2007. 国産銘柄鶏ガイドブック. 全国食鳥新聞社, 東京.
- 小穴 彪, 1951. 日本鶏の歴史. 日本鶏研究社, 東京.
- Osman SAM, Sekino M, Nishihata A, Kobayashi Y, Takenaka W, Kinoshita K, Kuwayama T, Nishibori M, Yamamoto Y and Tsudzuki M, 2006. The genetic variability and relationships of Japanese and foreign chickens assessed by microsatellite DNA profiling. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 19: 1369-1378.
- Tadano R, Nishibori M, Nagasaka N, and Tsudzuki M, 2007. Assessing Genetic Diversity and Population Structure for Commercial Chicken Lines Based on 40 Microsatellite Analyses. *Poultry Science*, 86: 2301-2308.
- Tadano R, Nishibori M, Imamura Y, Matsuzaki M, Kinoshita K, Mizutani M, Namikawa T, and Tsudzuki M, 2008a. High genetic divergence in miniature breeds of Japanese native chickens compared to Red Junglefowl, as revealed by microsatellite analysis. *Animal Genetics*, 39: 71-78.
- Tadano R, Imamura Y, Matsuzaki M, Nishibori M, and Tsudzuki M, 2008b. Evaluation of a reduction in the effective population size for a rare Japanese native chicken breed, the Kurekodori. *Animal Genetics*, 39: 457-458.
- Tadano R, Nishibori M, and Tsudzuki M, 2008c. High accuracy of genetic discrimination among chicken lines obtained through an individual assignment test. *Animal Genetics*, 39: 567-571.
- Tadano R, Nishibori M, and Tsudzuki M, 2009. Genetic structure and differentiation of the Japanese extremely long-tailed chicken breed (Onagadori), associated with the plumage color variations:

- suggestions for its management and conservation. *Animal Genetics*, 40: 989-992.
- 都築政起, 2000. オナガドリの遺伝学的調査. *日本鶏*, 42: 47-51.
- 都築政起, 2003. 暮らしの中に見るヒトとニワトリとのかかわり. *日本鶏*, 44: 47-51.
- Tsudzuki M, 2003. Japanese native chickens. In: *The Relationships between Indigenous Animals and Humans in APEC Region* (Chang H-L, Huang Y-C eds.) pp. 91-116. The Chinese Society of Animal Science. Chinese Taipei. Tainan.
(<http://www.angrin.tlri.gov.tw/apec2003/Chapter3/JpChicken.pdf>)
- 都築政起, 2006a. DNAからみた土佐のオナガドリ—オナガドリが示すマイクロサテライト DNA 多型ならびに繁殖性能について. *日本鶏*, 46: 63-70.
- 都築政起, 2006b. 土佐はニワトリ王国—土佐で作られたニワトリ達. *土佐史談*, 233: 1-25.
- Tsudzuki M, Ueda K, Nishibori M, Ono T, and Ikemoto T, 2006. Genetic variability and viability in Tosa-no-Onagadori (Extreme Japanese Long Tail) fowls. In: *Proceedings of the XIIth AAAP Animal Science Congress*. (Busan, Korea). CD version.
- Tsudzuki M, Onitsuka S, Akiyama R, Iwamizu M, Goto N, Nishibori M, Takahashi H, Ishikawa A, 2007. Identification of quantitative trait loci affecting shank length, body weight and carcass weight from the Japanese cockfighting chicken breed, Oh-Shamo (Japanese Large Game). *Cytogenetics and Genome Research*, 117: 288-295.
- 都築政起, 後藤直樹, 2009. ニワトリおよびウズラにおける遺伝育種学的研究の100年. *日本家禽学会誌*, 46 (J1): J23-J29.
- 全国日本鶏保存会, 1997. 日本鶏審査標準. 全国日本鶏保存会, 川崎.