

「ネコの毛色」の教材化と実践

—ネコの毛色の形質、遺伝、実地調査の15年間の実践報告—

Practice report for 15 years on the cat's color of hair, inheritance, and field research

生物科 浅羽 宏

<キーワード> ネコの毛色 毛色の遺伝 フィールド調査 ハーディー—ワインベルグの法則 集団遺伝

1 はじめに

平成24年4月から、全国の高等学校では数学と理科について新学習指導要領が先行実施される。新しい教科である「生物基礎」においては、高校生物で長年取り扱われてきた遺伝分野が消滅する。時代の移り変わりが実感されるが、長年遺伝を扱ってきた者には一抹の寂しさを覚える。

メンデル遺伝やその発展内容に関する分野は、代表的な理論を生徒が理解してくれれば、応用範囲の広いものがある。どのように理解させるかという点に関しても、様々な工夫がなされてきたように思う。そのような試みの一環として、筆者は15年ほど前から「ネコの毛色」の遺伝現象を教材とし、生徒達の興味や関心を高める指導の方法を考え実践してきた⁴⁾⁵⁾⁶⁾。また、生物Ⅱの教科書の研究課題例としても取り上げられた⁷⁾。特に3年生の生物選択者には、例年ほぼ同じテーマを与え、生徒達に自主的なレポート作成を行わせてきた。ネコの毛色の遺伝に関しては、毎年のように未知の現象や様々な疑問に出会うことがあり、興味が尽きなかった。そこで、これまでの生徒諸君のレポート作成に対する多大な努力やその情熱に敬意を表し、これまでの成果を多少とも記録として残すべきであると考え、本稿をまとめることにした。

2 教材化への方法と実践の過程

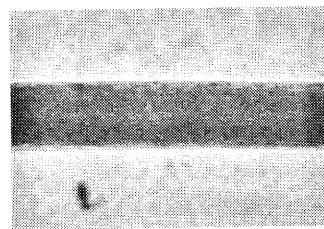
2-1 教材化を考えた理由

今から15年以上前になるが、雑誌や一般向けの野澤謙先生の著作⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾から、ネコの毛色の遺伝現象の面白さとその教材化の可能性の大きさについて感銘を受け、これを学校現場での教材として開発し、実践への取組みを工夫できないだろうか考えた。自分自身で2年間にわたり、野外のネコを追いかけて写真を撮影したり、地域の方にご協力を得たりして、予備的な観察や基礎的なデータの収集などを行った。また、前記の文献の他にも文献にあたった⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾。その後、生徒達にレポートとして調査

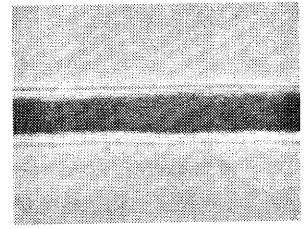
を課すという過程を経て、以下の2-2～2-6に述べるような教材化を実践してきた。

2-2 顕微鏡観察材料の素材

調査したネコの毛色の型を判定し、そのネコの毛を採集した。汚れなどを取った毛を1本スライドガラス上におき、カナダバルサムで封入して永久プレパラートを作成する。茶色毛、黒色毛、アグチ毛、白毛などを拡大して観察し、肉眼観察での印象との違いなどを顕微鏡的にも確認する。下図Aはアグチ毛の濃色部分の毛、Bはロシアンブルーの灰色毛の顕微鏡写真(透過光)である。哺乳類の毛色がメラニンとフェオメラニンにより発色していることや、肉眼で見える毛色がそれらの色素の量と分布により決定されていることなどを、顕微鏡観察により確認することができる。



A アグチ毛



B 灰色毛

2-3 遺伝の実際例としての素材

2-3-1 授業展開の教材

メンデル遺伝の講義を一通り終了し、標準的な問題練習を終えた後に、練習問題の事例としてネコの毛色の遺伝を取り上げた。内容的には、一遺伝子遺伝、伴性遺伝、遺伝子同士の働き合いなどに関して、様々な考察を行う素材として用いることができる。以下は、1年生でこれまで使用してきた練習プリントの例である。

遺伝の練習 猫問題 No1、No2 (非伴性遺伝)

身近にみられるネコの毛色と模様は、その多くが10組程度の対立遺伝子により決定されている。これらの遺伝様式は、表

現型から遺伝子型がすぐにわかるものが多い。

1 W-w 白色遺伝子

ネコの毛色を白一色とする遺伝子に W がある。これは完全優性で、W をもつ個体は茶や黒などの毛色が出現せず、体表の毛はすべて白色となる。従って、WW または Ww の個体は白色、ww の個体は茶や黒などの毛を体のどこかにもつことになる。(便宜上、これを非白色とよぶ)

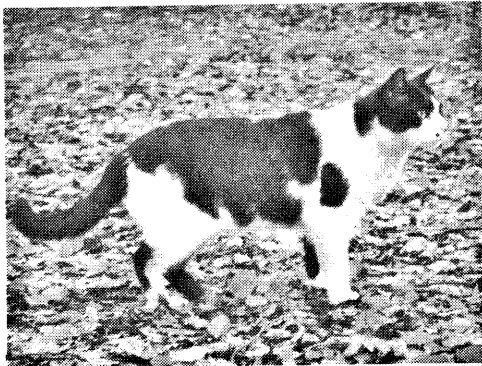
問題1 白色メスと白色オスの個体を交配したところ、子ネコが白色:非白色 = 3 : 1 の比で生まれた。このとき、両親の遺伝子型を求めよ。(答:両親ともに Ww)

問題2 非白色メスと白色オスの個体を交配したところ、生まれた1匹の子ネコは、黒や茶の毛をもっていた。この両親と生まれた子ネコとの遺伝子型を求めよ。

(答:母親 ww、父親 Ww、子ネコ ww)

2 S-s ブチ遺伝子

体表の一部分または大部分が白毛で、さらに黒毛、茶毛、その他の色の毛が混ざっているような個体をブチ(斑)とよぶ。これは W と異なるブチ遺伝子 S により出現し、S は優性、s は劣性である。S をもつ個体は体の一部が白毛となり、ss の個体は白毛がない。



白と黒のブチネコ(黒ブチ)

問題3 ブチネコどうしの交配により、子ネコにブチをもたない個体が生まれた場合、両親の遺伝子型を求めよ。

(答:両親ともに Ss)

問題4 次の遺伝子型のネコの毛色を判定せよ。

(キジ、黒、白、キジブチ、黒ブチから選ぶ。体軸に垂直方向に黒と灰茶色の縞がある部分をキジとよぶ。キジは縞遺伝子 T とアグチ毛遺伝子 A からなる毛色で、野生のネコはその両方の遺伝子をもつ。)

1 Wwaa 2 wwAassTT 3 wwaaSs

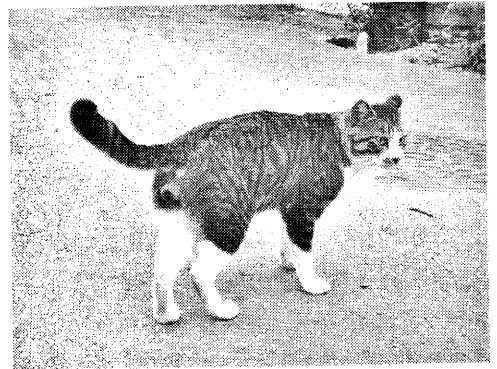
4 wwaass 5 wwAASSTT

(答:1 白、2 キジ、3 黒ブチ、4 黒、5 キジブチ)

問題5 次の表現型のネコの交配により、子ネコにはどのような毛色が出現すると考えられるか。ただし、A-a、

S-s、W-w の遺伝子のみ考えればよく、出現の比率は無視せよ。

1. キジどうし 2. 黒と黒ブチ 3. キジと黒
(答:1 キジ、黒 2 黒、黒ブチ 3 キジ、黒)



白とキジのブチネコ(キジブチ)

(上の写真の白色部分はブチであり、黒と灰茶色の縞がある部分をキジという。)

遺伝の練習 猫問題 No.3 (伴性遺伝)

ネコの毛色が現れるときに、伴性遺伝が関わることもある。

5 O 遺伝子 (伴性、上位遺伝子)

O 遺伝子は優性で、毛の中に黒色のメラニン色素でなく、より明るいフェオメラニン色素を形成するので、この遺伝子を持つネコの体色は茶色(オレンジ、黄)となる。ネコの性決定様式は XY 型で、O 遺伝子の座は X 染色体上にある。O は A や a より上位の関係にあり、これらによる形質発現(Aによるアグチ毛または aa による黒色毛)を抑制する。従って、茶色の雌は OO、雄は O (Y) となる。Oo をもつ雌個体では、2本の X 染色体のいずれか一方が胚発生の初期に機能を失い、体のある部分では O が発現し、他の部分では o が発現する。従って、成体では前者による茶毛の部分と、後者によるアグチ毛または黒色毛の部分とがモザイク状に現れる三毛(正しくは二毛)となる。O-o 遺伝子と独立して、三毛の白色はブチ遺伝子 S によって生じる。さらに、三毛の黒色部が A- の場合はキジ三毛、aa の場合は黒三毛とよぶ。ss の個体では白毛がなく、茶と黒の二色となり、二毛とよぶ。(同様に、黒二毛とキジ二毛となる)

1 次の遺伝子型の毛の色を判定せよ。

aassX⁰X⁰ aassX⁰Y (答:茶)

aassX⁰X⁰ (答:茶と黒の二毛)

aaSsX⁰X⁰ aaSsX⁰Y (答:茶ブチ)

aaSsX⁰Y (答:黒ブチ)

2 次の雌雄の交配による子供にはどんな毛色がどんな比で出現するか。雌雄に分けて答えよ。

aassX⁰Y × aassX⁰X⁰

(答:雌、茶:黒二毛 = 1 : 1 雄、茶:黒 = 1 : 1)



黒三毛のネコ

(この三毛ネコは黒、茶、白の三色からなる。黒毛は1本の毛に濃淡がなく、黒一色なので黒三毛である。)

 以上の問題は、練習として初歩から応用的な範囲までを含むので、3年生の選択生物においても、1年生時の遺伝分野の復習としても利用している。

2-3-2 定期試験の素材

1年生の遺伝分野での定期試験問題として、また3年生での定期試験問題として、ネコの毛色の遺伝に関する問題を作成して出題している。

取り扱う遺伝子の種類を増やすほど、また伴性遺伝の問題を混ぜるほど、問題の難易度は上がってくる。余談であるが、この十年間ほどの間に、難関といわれる大学の入試問題に、ネコの毛の遺伝に関わる出題（遺伝、酵素、形質発現など）がしばしば見受けられ、入試問題の素材としても可能性が広いようである。

2-4 野外でのネコ毛色の調査

教材化を考えた理由の一つとして、野外の生物個体群の中で、より自然に近い集団的な遺伝現象を、実際に捉えようとするのがあった。そこで、生徒達に家の外に出てネコを探し、毛色の確認と型の判定を行い、遺伝様式を考察する作業をやらせたいと考えた。データの収集としては、写真撮影だけで十分であろうと考え、下記のようなプリントを配布して、自分の足で探すようにさせた。

実際のデータ収集活動前には講義を行った。毛色の型の判定が重要なので、いろいろなネコの写真、写真集、ネコの毛皮（理科教材店で猫皮として市販している）などを用いて、全体的な遺伝子の特徴、毛色と模様の状態、写真撮影上の注意などを説明した。以下は生徒に渡す例年のレポート作成用マニュアルの一部である。

 生物Ⅱレポート

2011年4月

ネコの毛色や模様を調べる

ネコの毛色や模様の遺伝様式は、かなりよくわかっており、表現型である毛色の観察をもとにして、各個体に含まれている遺伝子の大部分を正しく推定することができる。身近にいるネコの毛色や模様を観察し、1年時に学んだ遺伝理論を実地に応用して、どのような遺伝子を持っているか、その遺伝様式はどうなっているかを考えていこう。さらに、全員のレポートを集計して、地域のネコ集団の遺伝子頻度の推定も行おう。

[準備] カメラ、ノート、筆記具

[方法]

1. 自分の家の周囲、路地、公園などでネコを見つけ、その毛色と模様などを観察・記録し、毛の色がよくわかる写真を撮影する。これが基礎データとなる。観察した年月日・時間・場所（町、市などでよい）はノートに正確に記録しておくこと。判れば性別や、尾の長短と先端部の曲がりの有無、その他に気をついた特徴も記しておく。
2. 観察結果をもとに、次ページ [1] を参照して、ネコの毛色のパターンを判定せよ。さらに、[2] のネコの毛色の遺伝に関する文章（省略）、ネコの写真、ネコの毛色の本、毛皮の標本などを参考にして、どのような遺伝子が含まれているかを考察し、できる限り決定する。
3. 近い地域の場所で、5～10匹のネコの個体を観察し、同じようにして記録をとる。

[考察]

1. 観察したネコの個体について、どのような遺伝子を推定することができたか。その理由や根拠とともに述べよ。不明の遺伝子がある場合は、不明の理由もできるだけ考察して記せ。すべての遺伝子が1個体に常に明瞭なわけではない。観察の骨組みは、次のような表にしてまとめよ。5匹ならこれが5つ。可能ならば観察や気をついたことなども記すとよい。

《1匹分のデータ》

(56期〇組〇〇番生物〇、氏名)			
56期	D-36	生 A	下馬太郎
表現型 - 黒白ブチ		観察日 - 2011.5.16	
観察地 - 東京都府中市〇〇町			性 - 不明
備考 - 尾が短い、肉球は黒と肉色			

2. 親子であることが確実なネコの家族を見つけ、一族の写真撮ることができた場合には、写真をもとにして、遺伝子が親からどのように伝えられたかを考察しよう。
3. あなたの調査した地域で、ネコの行動に気をついたことはないか？ 出現時間、現れる場所、行動の特徴などに関

して、自分で調査や観察した点があったら記せ。

[発展] -できるものをやってみよう-

1. ネコのブチ（白毛部分）の体表での分布域を調べ、白毛の発現領域に何らかの法則性があるかどうか調べる。
2. 明治期や江戸時代などの書籍や図などの中で、ネコの写真や絵を探し出し、それらの遺伝子を同じように推定し、現代日本の調査との相違があるかどうかを調べる。
3. ネコの毛色や模様などに見られる特徴が、他の家畜や動物にも見られるかどうか、調べて考察する。

提出日 平成 23 年 7 月 1 日（金）

2-5 生徒レポートの集計結果の活用

1997 年から 2011 年まで（2004 年を除く）、毎年 4 月に 3 年生の生物選択者、文系と理系の 4 クラス、または理系の 2 クラスに上記のレポート作成を課題として出し、原則として 7 月上旬に提出するという形式で継続してきた。調査データ数は、毎年の合計で 300 から 600（個体数）に達している。

調査地点は、生徒の通学圏の東京都、神奈川県、埼玉県などが多いが、帰省や旅行などの際にも調べてくるため、かなり多くの府県にわたっている。また、海外での観察データもある。その中でも、東京都内での調査が一番多いので、例年授業で取り上げている。図 1 は東京都内のネコ毛色調査の 15 年間の結果を、主要な毛色別に実際の個体数を集計したものである。

普段、注意して見ることの少ないネコの毛色のデータを相当数集計すると、様々なことを考えることができる。

集計によると、黒ブチ、茶ブチ、キジブチなどのブチネコが毎年多く、総数の 4 割から 5 割近くを占めていることがわかる。生徒達の中には、優性遺伝子 W をもつ白ネコは、遺伝子の働きが強いから、集団内でのその割合が増えていくのではないかと、という誤解がよくある。しかし、結果をみると決して多くはなく、増加していくこともなく、総数の 4～8% 以内に収まっていることがわかる。黒二毛やキジ二毛のネコも、集団内での出現比率は低く、2～4% 程度を占めるだけであるが、細々とも絶えることなく存続している。

2-6 集団遺伝への取組みと実践例

上記のようにして、ネコの毛色の調査を 2 ヶ月半ほどの間に各自で実施する。提出されたレポートをもとに、個々のネコの毛色のデータを表計算ソフトにより集計する。

下の表は平成 23 年に東京都内で調査を行った生徒のレポートをもとに、合計 126 匹分のネコを表現型別に集計したものである。このような集計結果から、取扱いやすい 2 つの遺伝子の頻度を実際に計算していく。以下は生徒プリントとその指導例である。

I) 我々が調査したネコ個体群がメンデル集団としての条件を満足すると仮定して、遺伝子頻度の推定を行う。

調査した東京都のネコ 126 個体で、毛の色を白色にする遺伝子 W の頻度 p と、w の頻度 q とを例として考える。右の表より白色は 7 個体で、これは WW または Ww の遺伝子型であ

東京都のネコの形質別個体数 1997～2011

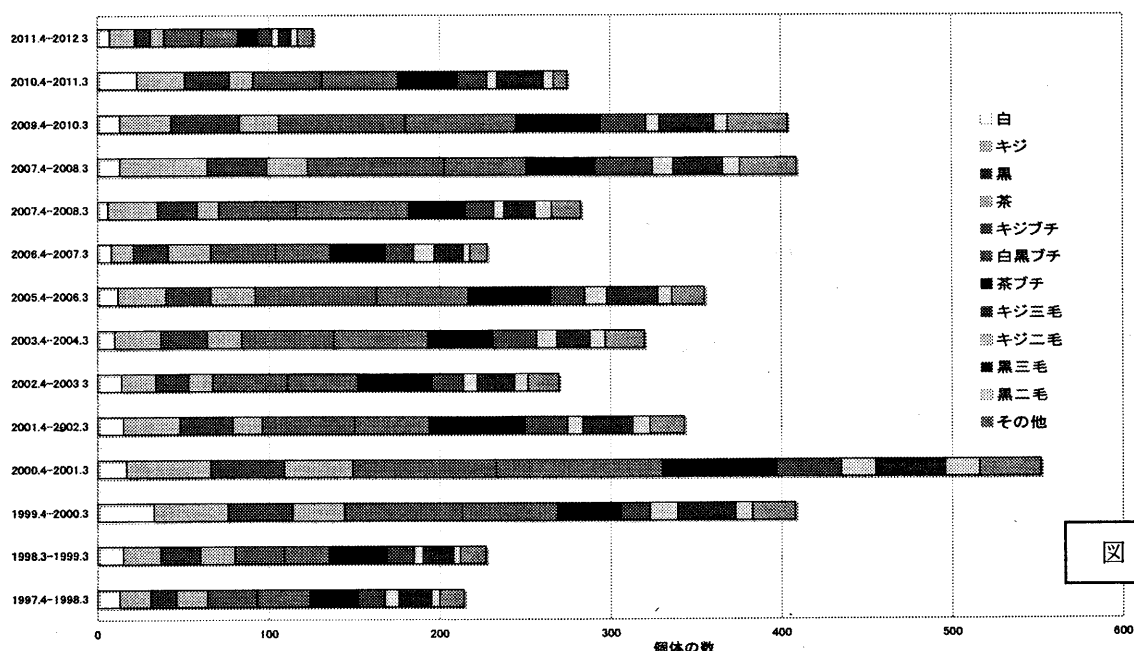


図 1

る。非白色は119 個体で、これは ww だけなので、

$$q^2 = 119/126 \approx 0.944$$

$$\therefore q = \sqrt{0.944} \approx 0.972$$

$$p = 1 - q = 1 - 0.972 = 0.028 \text{ となる。}$$

2008 年度 (53 期生) の調査集計 (408 個体) では $p=0.016$ $q=0.984$ 。2009 年度 (54 期生) の調査集計 (405 個体) では $p=0.016$ $q=0.984$ 。2010 年度 (55 期生) の調査集計 (275 個体) では $p=0.043$ $q=0.957$ であった。

野沢謙氏らによる日本全国 1 万 2 千頭のネコの調査結果の平均値によると、 $W=0.0426$ $w=0.9574$ である。

II) 次に毛色の表現型をブチにする遺伝子 S、非ブチの遺伝子 s とし、S の遺伝子頻度 =p、s の遺伝子頻度 =q とする。総数 126 個体のうち、白ネコ 7 個体を除き、非白ネコ =119 個体をもとにする。この中には、SS、Ss、ss が含まれる。ブチの SS と Ss の個体の表現型には次のものがあるので、それらの個体数を数える。

キジブチ (22)、白黒ブチ (21)、茶ブチ (11)、キジ三毛 (9)、黒三毛 (7)、薄黒三毛 (1)、薄キジブチ (2)。この総計は (73 個体) …これらは SS (頻度 p^2) と Ss (頻度 $2pq$) に相当する。非白ネコからこの数を引くと、 $119 - 73 = 46$ で、これはブチなしの ss (頻度 q^2) に相当する。 q^2 はこの頻度であり、

$$46 \div 119 \approx 0.387.$$

$$\therefore q = \sqrt{q^2} = \sqrt{(0.387)} \approx 0.622 \rightarrow s$$

白	7
キジ	15
黒	9
茶	8
キジブチ	22
白黒ブチ	21
茶ブチ	11
キジ三毛	9
キジ二毛	4
黒三毛	7
黒二毛	4
薄黒三毛	1
薄キジブチ	2
その他ブチ	2
その他	4

$$p = 1 - q = 1 - 0.622 = 0.378 \rightarrow S$$

2008 年度 (53 期生) の調査集計では $p=0.368$ $q=0.632$ 。2009 年度 (54 期生) の調査集計では $p=0.426$ $q=0.574$ 。2010 年度 (55 期生) の調査集計では $p=0.419$ $q=0.581$ であった。野沢 謙氏らの調査結果の平均値によると、 $S=0.4239$ $s=0.5761$ である。

3 結果と考察

3-1 集計結果の集約と集団遺伝学への活用

以上のような集計を毎年 3 年生の調査結果をもとにして行い、授業の教材として活用してきた。生物 II の進化では、ハーディー-ワインベルグの法則を扱う。これを理解するための実例として、自分たちの調査データを用いることでより一層理解が深まり、個体群の中での遺伝子の挙動に迫ることができる。

図 2 は、15 年間 (2004 年、49 期生のデータを除く) のデータのうち、東京都内のもので集め、主要な形質別に集計したものである。調査個体数は 1 年間で 126 から 552 個体までであった (対象生徒は 2 クラスから 4 クラスまでの幅がある)。この表は主な 11 の毛色をもとにしてあるので、その他の個体の中には遺伝子頻度の計算上必要な、黒三毛やキジブチの希釈されたものなども混ざっている。実際の計算を行う際にはそれらの希少な個体の数も算入している。

図 3 は、実際に計算した W-w 遺伝子と、S-s 遺伝子の頻度の年ごとの変動をまとめたもので、東京都内における遺伝子頻度の計算結果を示している。W 遺伝子の

東京都のネコの毛色の調査集計 (1997 年～2011 年)

期	42	43	44	45	46	47	48	50	51	52	53	54	55	56
期間	1997.4-1998.3	1998.3-1999.3	1999.4-2000.3	2000.4-2001.3	2001.4-2002.3	2002.4-2003.3	2003.4-2004.3	2005.4-2006.3	2006.4-2007.3	2007.4-2008.3	2007.4-2008.3	2009.4-2010.3	2010.4-2011.3	2011.4-2012.3
白	13	15	33	17	15	14	10	12	8	6	13	13	23	7
キジ	18	22	43	49	33	20	27	28	13	29	51	30	28	15
黒	15	23	38	43	31	19	27	26	20	23	35	40	28	9
茶	18	20	30	40	17	14	20	26	25	13	24	23	14	8
キジブチ	29	29	69	84	54	44	54	71	38	45	80	74	40	22
白黒ブチ	31	26	56	97	44	41	55	54	32	66	48	65	45	21
茶ブチ	28	34	37	67	56	43	38	48	32	33	40	49	34	11
キジ三毛	16	16	17	38	25	19	26	20	17	17	34	27	18	9
キジ二毛	8	5	16	20	9	8	12	13	12	6	12	8	6	4
黒三毛	19	18	34	41	29	22	19	30	17	18	29	32	27	7
黒二毛	5	4	10	20	10	8	9	8	4	10	10	8	6	4
その他	14	15	25	36	20	18	23	19	10	17	33	35	8	9
合計	214	227	408	552	343	270	320	355	228	283	409	404	275	126
WWとWwの数	13	15	33	17	15	14	10	12	8	6	13	13	23	7
wwの数	203	212	375	535	328	256	310	343	220	277	396	391	252	119
wの頻度	0.989	0.966	0.959	0.984	0.978	0.974	0.984	0.983	0.982	0.989	0.984	0.984	0.957	0.972
Wの頻度	0.031	0.034	0.041	0.016	0.022	0.026	0.016	0.017	0.018	0.011	0.016	0.016	0.043	0.028
SSとSsの数	123	128	222	337	217	177	204	226	144	189	237	263	166	73
ssの数	80	84	153	198	111	79	106	117	76	88	159	128	86	46
Sの頻度	0.372	0.371	0.361	0.392	0.418	0.444	0.415	0.416	0.412	0.436	0.366	0.428	0.416	0.378
sの頻度	0.628	0.629	0.639	0.608	0.582	0.556	0.585	0.584	0.588	0.564	0.634	0.572	0.584	0.622

図 2

頻度は、0.011 から 0.043 の間にあり平均 0.023 で、w 遺伝子の頻度は 0.957 から 0.989 の間にあり、平均 0.977 であった。これらは、集団内で15年間ほぼ同様な頻度を維持している。S 遺伝子の頻度は 0.361 から 0.444 の間で、s 遺伝子の頻度は 0.556 から 0.639 の間であった。これもある範囲ではほぼ一定の頻度を保っている。以上の結果は、これらの遺伝子があまり人為的ないし自然の選択を受けず、集団中でほぼ一定の比率を占めていると言ってもよいと思われる。

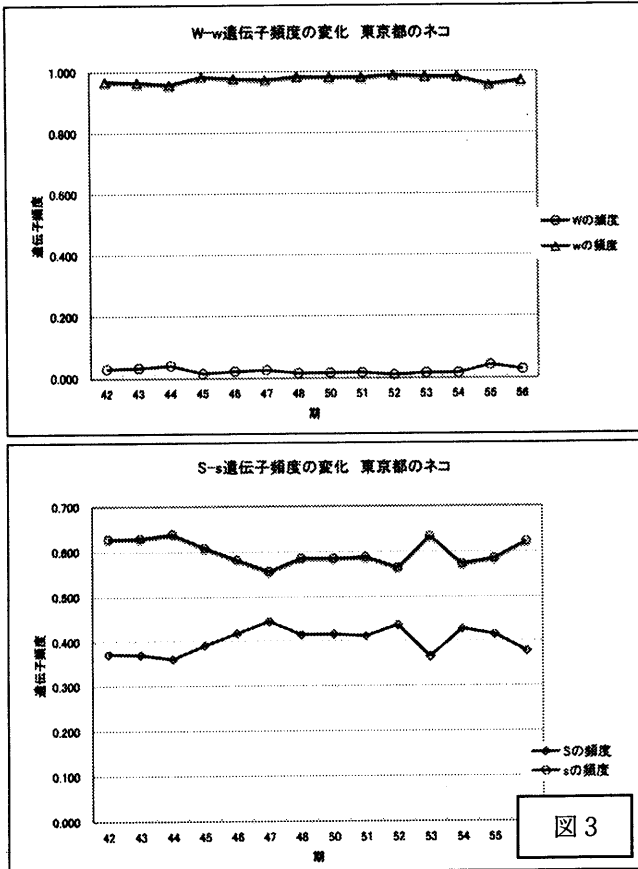


図 3

3-2 ネコの毛色の教材化の利点

ネコの毛色と模様は、遺伝現象を理解する教材として以下のような利点があると考えられる。

1. 個体数が多く調べやすい

対象動物が普通のネコで、日常生活にも関係が深い。飼育個体、野生個体を問わず観察に利用することができる。個体数も多く、都会でも身近に生育しており観察がしやすい。しかし、最近では自治体によっては駆除または隔離されるため、あまり見かけない地域もある。

2. 表現型の判定が比較的容易である

毛色や模様の観察や写真撮影だけをもとにして、それらの発現に関わる遺伝子の相当部分を推定することができる。

3. 授業の導入や展開の教材に利用できる

生きているネコを調べるだけでなく、雑誌・写真集など、ネコを扱った素材は周囲にあふれており、それらの図や写真を題材として、遺伝の教材として用いることができる。

4. 一般家庭からの協力が得やすい

ネコを飼っている家では、親と子供（時には、祖父祖母のネコなども）の毛色や模様などが正確に記憶されていたり、写真が残されていたりすることも多い。その場合、形質の相当な部分を遺伝子型で再現することも可能であり、理論と実際例とを結びつけて考察する好適な材料を得られることも多い。

3-3 教材化に伴う問題点

3-3-1 表現型の判定に関して

これまでの実践のなかで、表現型の判定に関して以下のような問題点が生じている。

1. キジ二毛とキジネコの判定

生徒のレポートでよくみられるのは、キジ二毛とキジネコの混同である。キジ二毛の茶色部分が少ないなどのときに、間違われやすいようである。実際に判断に苦しむ場合が相当ある。茶色毛の領域に明瞭な境界があれば二毛である。

2. 黒三毛とキジ三毛の判定

この二つは時々誤って判定されるが、慣れてくれば黒毛とキジのアグチ毛とははっきり区別されてくるだろう。

3. 珍しい形質の遺伝子

ペットのネコや、そこから逃げ出したネコの中には、さまざまな遺伝子を持つ個体が含まれている。生徒が調査したネコの中には、そのようなネコがしばしば持ち込

まれ、判定に苦勞する。

3-3-2 遺伝子の働き方に関して

いくつかの遺伝子のわかりにくさは、大体次の点に集約されるので、指導上に工夫が必要である。

1. A と T の相互作用

アグチ毛にする A 遺伝子と縞模様をつくる T 遺伝子が共存するとき、相互作用によりキジが発現する点がわかりにくい。劣性ホモの aa は T が存在してもアグチ毛にならず黒になる。日本のノラネコの模様の多くはサバジマ (マッカレルタビー) であるが、時として太ジマ (ブロッチドタビー) もみられる。

2. O の働き

A や a の発現は O 遺伝子の存在下で抑制される。従って、茶色のネコに A か a のどちらが含まれるかは確定できない。A や a の遺伝子が発現しているキジや黒は、劣性 o 遺伝子だけをもつ。

3. I や d の働き

これらの遺伝子が発現しているネコには、野外であまり出会わないため、その作用を具体的に理解しにくいようである。典型的な写真を掲示して、調査個体の写真と比較対照できるようにするとよい。個体数も少ないので、初歩の段階ではまったく無視してもよいと思う。

4 生徒の感想から

レポートに述べられた感想のうちいくつかを紹介し、生徒達がどのように感じているかを記したい。

4-1 教材としての面白さ、興味関心などに関して

- ・ネコの毛を観察するだけで、遺伝子がこんなに推定できるのはすごいと思った。普段見慣れているネコが実はこんな良い教材になるとは思いもよらなかった。(理系女子)
- ・とても複雑であると思っていたネコの毛並みが、含まれる遺伝子を推定することによって、毛色や模様を決定する遺伝子にはどのようなものがあるか、また、それらの相互の関係がわかり、興味深かった。伴性のものやメスに限られる模様があったりすることは、初めて知ったので驚いた。(文系女子)
- ・一風変わった課題で、とても楽しく取り組むことができた。ネコの毛色は本当にいろいろあって、特定には苦勞した。また、こういった、やったことのないようなレポートをやりたい。(文系女子)
- ・もともとネコ好きな私にとって、ネコを題材にしたレ

ポートが書けるのは非常に楽しかったです。そして遺伝分野を知ったことで、さらにネコへの愛が深まった気がしないでもないです。遺伝という分野に興味があり、かつネコが好きという私にとってよい経験だったと思います。(理系女子)

4-2 レポートを終えての収穫や発見など

- ・普段ネコの毛色など気にせずにいたので、今回のレポートはとても興味深いものである。ネコを少し観察するだけで、色々なことが発見できるのだと感じた。特に、ブチのあるネコについてであるが、白い毛色は足や顔といった末端から多く現れていることをみつけ、とても面白く感じた。(理系男子)
- ・はじめは、あんなに沢山の種類がいるのにどうやって判断するんだ、と思ったが、実際にやってみると色素やその濃淡、模様などということから、いろいろな遺伝子がわかって楽しかったし、また同じ色素をもっていても他の遺伝子の作用により別のものとなっていたりするのは興味深かった。これを機にネコを見る目が変わりそうである。(理系女子)
- ・家の近くでよく見かけるネコも、毛色だけである程度遺伝子が特定できてしまうというのはびっくりした。ネコの雄の親はどのネコか特定しづらけれど、子供の遺伝子や雌の親の遺伝子型を考えることにより、ある程度遺伝子が決められ、さらに表現型まで考察できたので、写真だけでここまでわかるのはすごいと思った。(理系女子)

4-3 難しい点、批判、意見、感想など

- ・ネコは写真を撮ろうとしてもすぐに逃げてしまい、データを取るのが難しかった。性別や親がわからないので、決定できない部分があったのが残念だと思う。また、複雑に混ざりあっていて分かりにくいものもあって大変だった。(理系女子)
- ・始める前はただ見た目から遺伝子を推定すればいいのだと思っていたが、やってみると分からないことが多くて大変だった。表現型に現れていないものには劣性の遺伝子があるということを念頭に置くのだといふ多くの遺伝子が決定出来るのだが、そのためにはどの遺伝子が優性なのか、また、共存した場合にはどういった形質に現れるのか、といったことをきちんと考えなければいけなくて、ずいぶんややこしかった。(理系女子)
- ・はじめに「日本のネコの大部分が毛色と模様に関しては 11 種類に分けられる」という話を聞いたとき、ネ

コの遺伝はそんなに単純なのかと驚きを覚えました。11種なら覚えられるだろうし、ネコを見てその種類を言えたらカッコいいだろうなと思ひ、興味がわき、レポートもあまり苦にならずに書き終えることができました。(理系男子)

5 終わりに

1冊の書物^②との出会いから、ネコの遺伝の教材化に関心を持ち、高等学校の現場でどのように利用できるかを考えるようになった。この過程で多くの皆様にデータ集めなどご協力を頂いた。

本校の多くの生徒達はネコの毛色とその遺伝様式に変に興味を覚え、遺伝子の動きと機能を正確に理解し、充実したレポートを提出して教材化の進展に貢献してくれた。

この題材は、いくつかの難しい点を含んでいるが、ネコ好きな生徒達の教材として様々な長所をも備えている。外国でも教室内のデモや教材に用いられており^{⑩⑪}、今後もさまざまな形で利用される可能性がある。繁殖家の間では実用的な知識も広まっており、実際に広く応用されている^⑫。

本研究を進めるにあたり、元京都大学教授の野澤謙先生には、長い期間にわたって丁寧なご指導を賜り、専門のご著作をお送り頂いたり^③、暖かく見守って頂きました。これまでのご厚情に深く感謝を申し上げます。

6 参考文献

- ①野沢 謙 ネコの毛色多型(1)~(3) 遺伝, 44, (10)~(12), (1990)
- ②野沢 謙 ネコの毛並み 裳華房 (1996)
- ③野澤 謙 動物集団の遺伝学 名古屋大学出版会(1994)
- ④浅羽 宏 ネコの体色の遺伝-遺伝分野の教材としての可能性-東京学芸大学附属高等学校紀要, 36, 47-64 (1998)
- ⑤浅羽 宏 ネコの毛色の遺伝 遺伝, 54(7), 81-86 (2000)
- ⑥浅羽 宏 ネコを調べて集団遺伝を理解する 蔵出し生物実験『遺伝』別冊18号, 75-78 (2005)
- ⑦高等学校生物II 298-299 三省堂 (2004)
- ⑧野澤 謙・並河鷹夫・川本芳 日本猫の毛色などの形質に見られる遺伝的多型 在来家畜研究会報告 13, 51-115 (1990)
- ⑨仁川純一 ネコと遺伝学, コロナ社 (2003)
- ⑩ Using the domestic cat in the teaching of genetics, Judith F. Kinnear. Journal of Biological Education, 20

(1): 5-11. (1986)

- ⑪ Genetics of the Domestic Cat A Lab Exercise, Roger E. Quackenbush. The American Biology Teacher, 54, No. 1:29-32. (1992)
- ⑫ Genetics for Cat Breeders 3rd Edition. Roy Robinson, Butterworth Heinemann. (1990)

(参考資料) ネコの毛色のレポートに関わった生物選択者

各期ごとの3年生物選択者数				
期	理系		文系	
	生物 A	生物 B	生物 C	生物 D
42	23	38	27	30
43	35	26	23	19
44	35	35	25	32
45	77		70	
46	38	38	20	18
47	33	33	32	21
48	38	37	38	11
49	【66】		【67】	
50	39	29	34	34
51	26	25	24	18
52	30	30	26	25
53	25	27	24	25
54	17	27	36	36
55	23	19	37	19
56	23	28		