

家畜育種学

Animal Breeding and Genetics



担当教官 鈴木裕之
suzuki@hirosaki-u.ac.jp

講義の概要

講義の前半は、ヒトの例も含め家畜における遺伝情報の伝達の仕組みを中心に基礎的な遺伝の原理を学び、ヒトゲノムプロジェクトの成果がもたらす影響について考えてみます。

後半では、遺伝の原理が家畜の育種にどのように応用されているのかについて概説し、主要家畜における育種戦略とゲノム研究の現状を紹介いたします。

【到達目標】 遺伝学の基礎を理解し、家畜育種に関する最新の情報を知ること。

講義の内容

以下の項目について学習します。

1. 家畜の育種とは
2. 遺伝学と家畜育種学
3. 家畜の種と品種 I ~ II
4. 家畜におけるメンデル遺伝 I
5. 家畜におけるメンデル遺伝 II
6. 集団における遺伝子
7. ポリジーンと多因子性遺伝 I
8. ポリジーンと多因子性遺伝 II
9. ポリジーンと多因子性遺伝 III
10. 選抜による家畜育種
11. 交配とその様式
12. 主要家畜の育種戦略 I
13. 主要家畜の育種戦略 II
14. 遺伝子工学による育種
15. ゲノム解析と新技術を利用した育種改良

教科書・参考書等：

教科書は使用しません。講義の内容はホームページで公開（学内限定）します。
アドレスは、

<http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/lab/3/animsci/>

にアクセスして、「講義用資料」の科目名を選択して下さい。

参考書等については第1回目の講義で紹介いたします。

家畜育種学のページのアドレスは

http://nature.cc.hirosaki-u.ac.jp/lab/3/animsci/Text/text_2.html

参考書

1. 新家畜育種学

水間 豊・猪 貴義・岡田育穂ら編著 朝倉書店
1996年 3,800円

成績評価方法等：

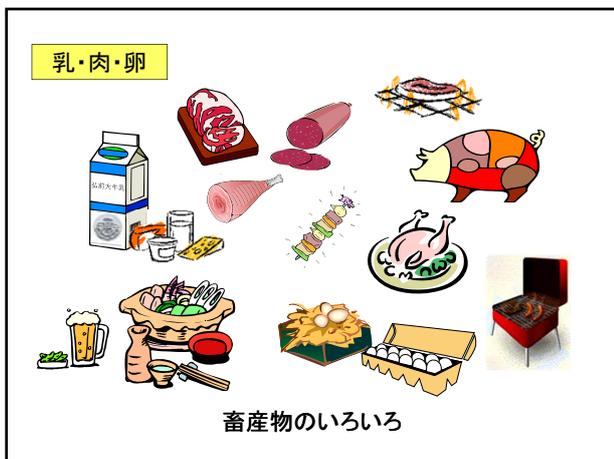
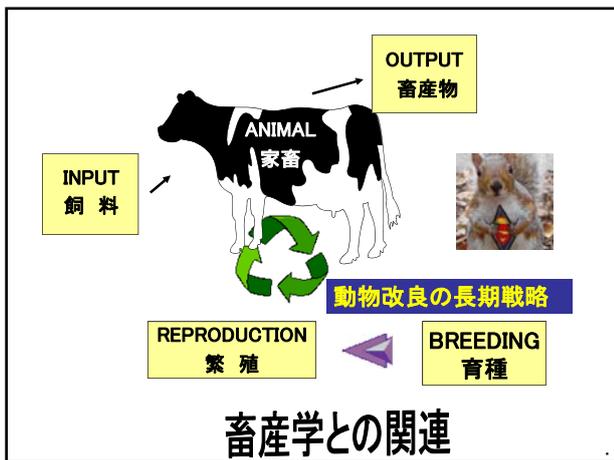
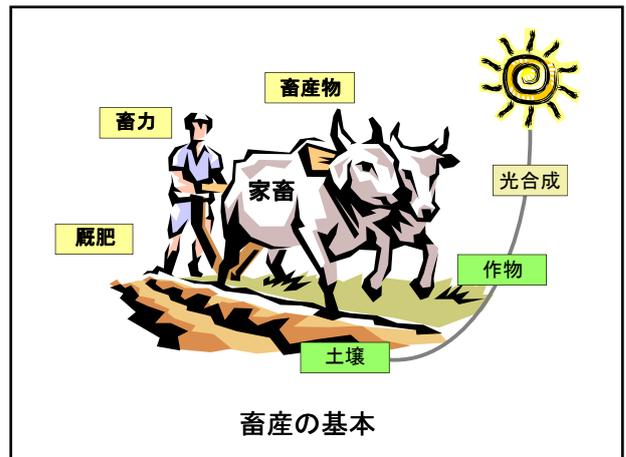
平常評価：毎回、簡単な小テストを行います。

期末評価：授業内容の筆記試験を行います。

講義資料としてパワーポイントや講義用ホームページの内容を液晶プロジェクターで提示し、授業を進めていく予定です。

「生物学の基礎」を履修しているとわかり易くなります。

畜産の成り立ち



育種・繁殖の目的

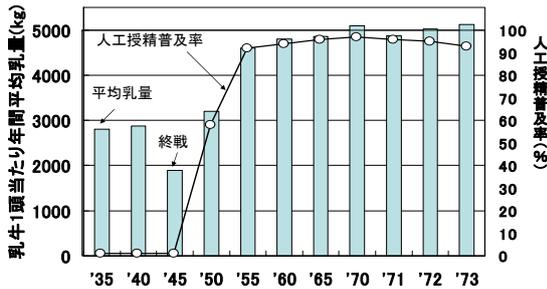
1. 種の永続性 *Perpetuation of the species*
2. 食料供給 *To provide food*
人類の食物連鎖にリンク
3. 遺伝的改良 *Genetic improvement*

- 遺伝的改良は両親として次世代に優秀な能力を伝達できる雄ならびに雌を選抜して達成される。
- これまでも種畜が選抜されてきたが、遺伝的に進歩したといえるのは最近50年間である。
- これは、遺伝学の知識と技術を通して達成されてきたが、**繁殖過程を操作**したことが大きく貢献している。

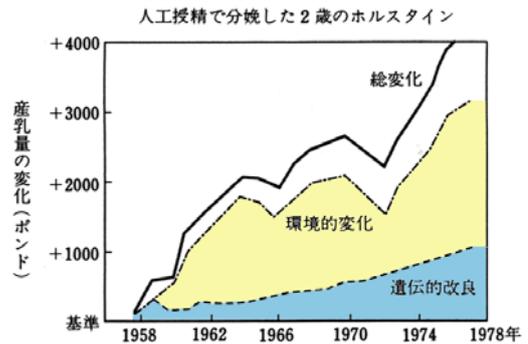
遺伝的改良のために利用または研究されている繁殖技術



1. 人工授精
2. 凍結精液
3. 発情同期化
4. 胚移植
5. 胚の長期保存
6. 雌雄の産み分け
7. クローニング
8. 遺伝子移植



日本における人工授精の普及が乳牛の改良に及ぼした効果



乳牛（ホルスタイン種）1頭当たりの産乳量の変化（1958～78年、ニューヨーク州とニューイングランド州）(R. H. Footeによる)

家畜の育種とは

育種 breeding - '品種の育成'
生物のもつ遺伝的形質を利用して、有益な品種を育成すること
= 品種改良 性能を向上させる

改良 improvement
遺伝的形質の向上ばかりでなく環境条件の改善による生産性の向上をも含む

ゲノム育種

ゲノム情報に基づいて、作物や家畜の品種改良を行うこと

知蔵蔵2013

家畜育種と植物育種の違い

- ① 家畜育種は作物育種に比べ、**取り扱う個体数が極端に少ない。**
- ② 家畜における**経済形質には、泌乳、産卵のような雌にのみ限定する形質が多い。**
- ③ 植物では、**純系（ホモ性の高い系統）の次代を容易に作り出せるが、家畜では極めて困難である。**
- ④ 植物分野では育種とは**新品種の育成を指すが、家畜では既存品種を改良することに主眼が置かれている。**

遺伝の科学を genetics という

- (1) 形質が親から子に伝えられる仕組み
- (2) 遺伝情報が読み取られ、個体の発生過程で発現していく仕組み
- (3) 人類集団にみられる各人の遺伝的多様性と種の進化の関わり

育種とは動植物の遺伝的素質を向上させることであるから、その基礎となるのは**遺伝学** genetics である。

育種技術の向上を研究する分野を**育種学**という。

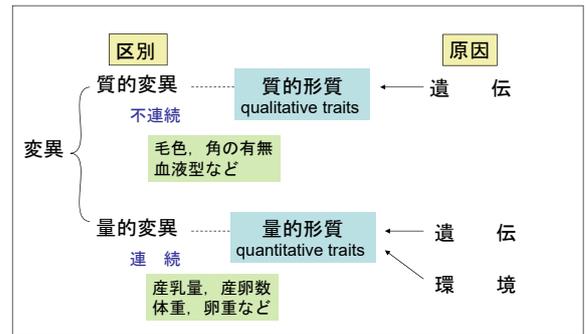
動物遺伝学—動物における遺伝の原理を研究する
家畜育種学—動物の遺伝の原理を応用して、家畜の改良を図る

- メンデル遺伝学
- 集団遺伝学
- 量的遺伝学

家畜育種の目標

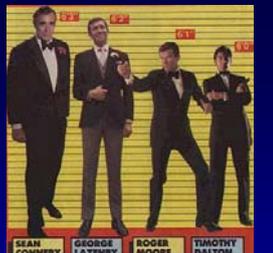
- ① 奇形などの遺伝的な欠陥がないこと
- ② 強健で温和であること
- ③ 繁殖能力が高いこと
- ④ 成長が速く、飼料効率[※]が高いこと
- ⑤ 生産物の質が優れていること
- ⑥ 群内の経済的な能力がそろっていること

※ 消費飼料単位量当たりの増体量または各種生産物の量

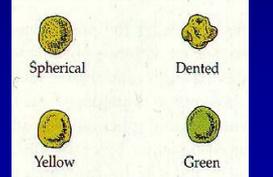


形質と変異

- 連続変異: 表現型値が連続性を示す。
一例: 身長, 体重

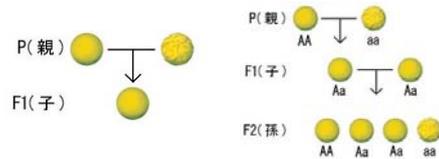
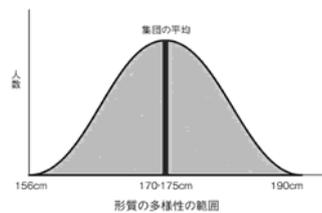


- 不連続変異: 変異は不連続に分類される。
一例: エンドウ豆の色, 形



<http://www.kiasl.net/bondim/ages/height.jpg>

<http://rdg.cica.ac.jp/gen-ed/mendel-gis/03-mendel-chaucron2.JPG>



家畜育種の変遷



家畜育種の変遷



ベークウェル

1. 経験論的育種
R. Bakewell (1725-1795)
2. 量的遺伝学の確立
3. 統計遺伝学的育種理論の確立
4. ゲノム解析による新たな家畜育種戦略

動物遺伝学—動物における遺伝の原理を研究する
家畜育種学—動物の遺伝の原理を応用して、家畜の改良を図る

- メンデル遺伝学
- 集団遺伝学
- 量的遺伝学

1. 経験論的育種

① 育種目標

どの形質を改良し、それらの形質で選抜すると何が達成できるか

② 後代検定

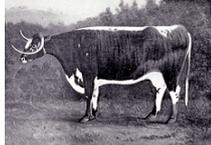
後代の情報を育種計画に取り入れていた

③ 近親交配

血縁を問わず、最良の個体に最良の個体を交配していた



R. Bakewell (1725-1795)



ロングホーン



provided by Alan Cheese



provided by Alan Cheese



The English Longhorn is red-gray-brown or brindled and all animals are whitebacked. Cows range in height from 130 to 140 cm and weigh 500 to 600 kg. Males average 150 cm in height and 1000 kg in weight.



シャイヤ



ロングホーン



レスター

18世紀のイギリスの育種家ベイクウェル Robert Bakewell (1725-1790) は“家畜育種の父”として知られている。育種家としての彼の成功は、記録を残して活用した彼の注意力と、望ましい形質を固定するために近親交配を採用したことである。彼はウマの品種シャイヤ、肉用牛の品種ロングホーン、ヒツジの品種レスターを作出している。



18世紀における家畜の改良

西暦	羊 (lbs) [Kg]	牛 (lbs) [Kg]
1710	28 [13]	370 [167]
1795	80 [36]	800 [360]

1786年 雄羊20頭 1000ギニー (50ギニー/頭)
 3年後 雄羊 3頭 1200ギニー (400ギニー/頭)



The Origin of Species



CHAPTER I VARIATION UNDER DOMESTICATION Unconscious Selection

At the present time, eminent breeders try by methodical selection, with a distinct object in view, to make a new strain or sub-breed, superior to anything of the kind in the country. But, for our purpose, a form of Selection, which may be called Unconscious, and which results from every one trying to possess and breed from the best individual animals, is more important. Thus, a man who intends keeping pointers naturally tries to get as good dogs as he can, and afterwards breeds from his own best dogs, but he has no wish or expectation of permanently altering the breed. Nevertheless we may infer that this process, continued during centuries, would improve and modify any breed, in the same way as Bakewell, Collins, &c., by this very same process, only carried on more methodically, did greatly modify, even during their lifetimes, the forms and qualities of their cattle. Slow and insensible changes of this kind can never be recognised unless actual measurements or careful drawings of the breeds in question have been made long ago, which may serve for comparison. In some cases, however, unchanged, or but little changed individuals of the same breed exist in less civilised districts, where the breed has been less improved. 略



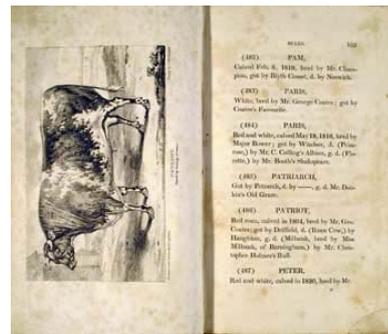
The Colling brothers,
 Charles and Robert Colling
 ショートホーンの創始者



Comet



"The Durham Ox"



ショートホーンの登録の始まり

メンデル遺伝学

1865年
 オーストリアの僧侶メンデル Gregor Mendel がエンドウ豆を用いた実験の結果から導き出された。



- 1900年
- オランダのド・フリース H.M. De Vries - トウモロコシ
 - ドイツのコレンス C. Correns - エンドウ
 - オーストリアのツェルマック E. Tschermak - エンドウの研究から同じ結論に到達し、メンデルの業績を再発見することになった。



メンデル遺伝学—つづき

1906年
 ベーツソン W. Bateson はメンデルの研究成果を整理し、第1 (Fの均一性または優劣性), 第2 (分離) および第3 (独立組合せ) の三つの法則にとりまとめた。これがいわゆる“メンデルの遺伝の法則”である。

ベーツソン— genetics, homozygote, heterozygote, allelomorph
 ヨハンセン— gene, genotype, phenotype

ベーツソン

学術用語が整理された



William Bateson
 1861-1926 / イギリス

遺伝子の連鎖を発見した

1906年、スエーデンの植物学者の発見した染色体の連鎖の発見は、メンデルの法則の修正を促した。また、1911年の彼の研究は、遺伝子の連鎖を発見した。彼の研究は、遺伝子の連鎖を大々的に示した。

集団遺伝学—集団内におけるメンデル遺伝学

1908年
イギリスの数学者ハーディG.H. Hardyと
ドイツの内科医ワインベルグW. Weinberg

ハーディ-ワインベルグの法則



- 集団内でなぜ望ましい形質(あるいは望ましくない形質)が固定され、あるいは変異し続けるのが理解できる。
- 集団内において望ましい遺伝子の頻度を増大させる、あるいは有害な遺伝子を排除するための育種戦略の基本となる。

2. 量的遺伝学

個体における遺伝子の影響は見て測定することは不可能
 > 乳量, 成長率, 一腹子数のような形質の発現には多くの遺伝子が関与

環境要因(非遺伝的な要因)

量的形質の選抜理論

メンデル遺伝学 集団遺伝学 統計学

この分野の先駆者
 フィッシャー R.A. Fisher, ライト S. Wright, ゴールトン F. Galtonや
 ピアソン K. Pearsonなど。



Ronald A. Fisher
(1890-1962)



Sewall Wright
(1889-1988)

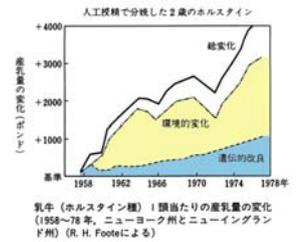


Francis Galton
(1822-1911)



Karl Pearson
(1857-1936)

1906年 ミシガン州
 1908年に ニューヨーク州
 Dairy Herd Improvement (DHI) 計画が開始



1958年から1980年にかけて、合衆国北東部において泌乳期あたりの平均乳量が12,500ポンド(5,600 kg)から17,500ポンド(7,800 kg)に増加した。増加した量のうち、約40%が遺伝的改良量の増加によるものであった。

3. 統計遺伝学的育種理論の確立

1930年代
 ライト S. Wright とラッシュ J.L. Lush の理論を用いて、
 家畜の能力、すなわち **育種値** を評価する手法が確立



1950年代初頭
 コーネル大学のヘンダーソン C.R. Henderson とエジンバラ大学のロバートソン Sir A. Robertson が乳用種雄牛の能力のコンピュータ評価法を確立

~1970年代
 ヘンダーソンが乳用牛と肉用牛の育種に用いられている
 さらに進んだ遺伝評価システムを開発



↑
 コンピュータの技術革新

↓
 遺伝的改良度の予測正確度の向上

講義の内容

以下の項目について学習します。

1. 家畜の育種とは
2. 遺伝学と家畜育種学
3. 家畜の種と品種 I ~ II
4. 家畜におけるメンデル遺伝 I
5. 家畜におけるメンデル遺伝 II
6. 集団における遺伝子
7. ポリジーンと多因子性遺伝 I
8. ポリジーンと多因子性遺伝 II
9. ポリジーンと多因子性遺伝 III
10. 選抜による家畜育種
11. 交配とその様式
12. 主要家畜の育種戦略 I
13. 主要家畜の育種戦略 II
14. 遺伝子工学による育種
15. ゲノム解析と新技術を利用した育種改良