



# 植物の＜見かけ＞はどう決まる\*：ヒトが選んだ姿

塚谷 裕一（理学系研究科・生物科学専攻）

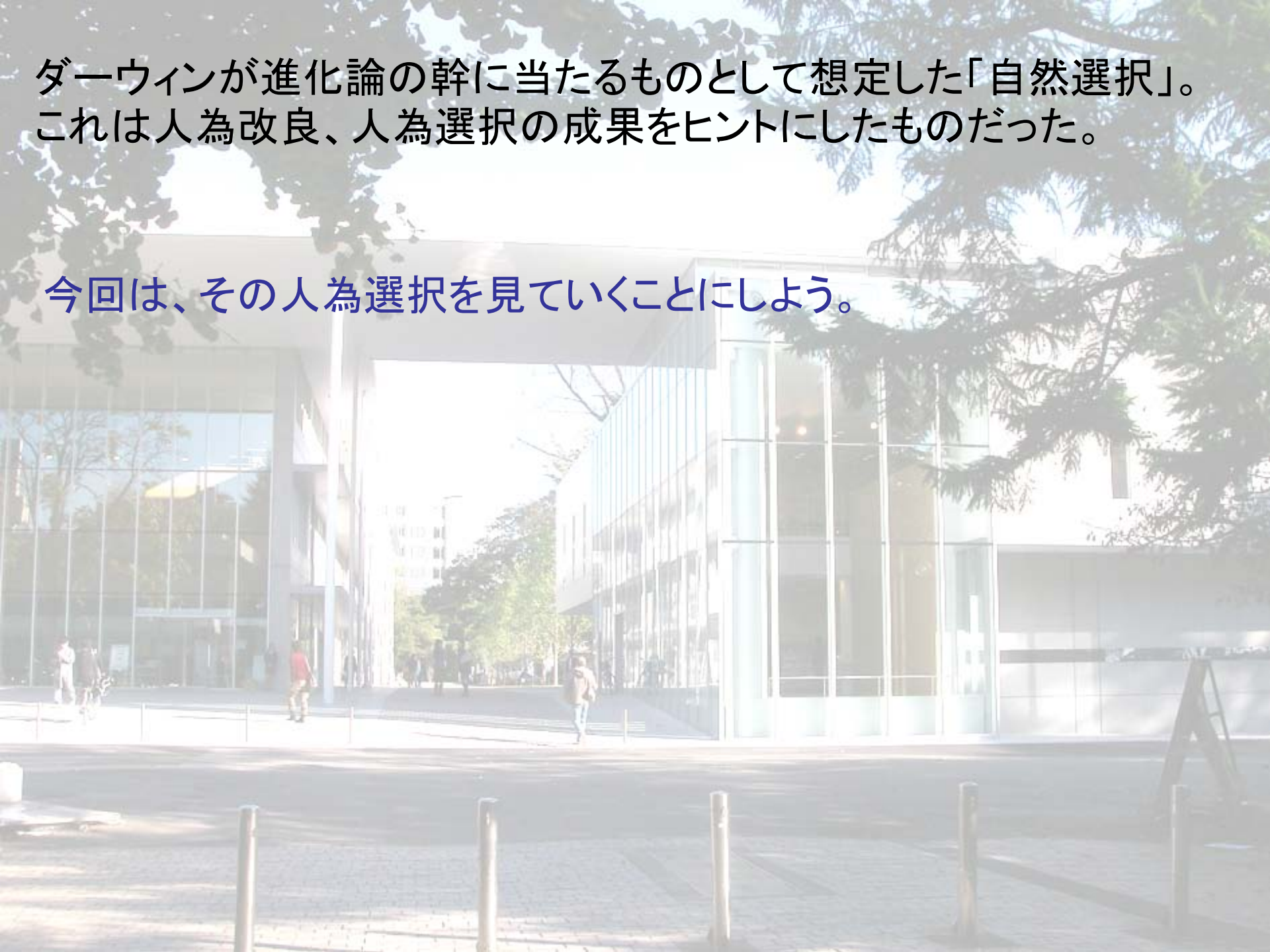
東京大学・学術俯瞰講義2011年6月15日

\*電子書籍で手に入ります。

※：このマークが付してある著作物は、第三者が有する著作物ですので、同著作物の再使用、同著作物の二次的著作物の創作等については、著作権者より直接使用許諾を得る必要があります。

ダーウィンが進化論の幹に当たるものとして想定した「自然選択」。  
これは人為改良、人為選択の成果をヒントにしたものだった。

今回は、その人為選択を見ていくことにしよう。





まずはこの植物を知っていますか。知っているはずなのですが...

**Bloem:** 6—herfst. Wit scherm met aan elk schermpje driebladige, naar één kant hangende omwindseltjes, geen omwindsel. Vruchtjes eivormig (3 c vergr., 3 b bloem). V Kl. Deze **vergiftige** plant kan licht verwisseld worden met de gewone **Pieterselie**, *Petroselinum sativum* (fig. 79), maar deze moesplant heeft een omwindsel en **geen omwindseltjes**.

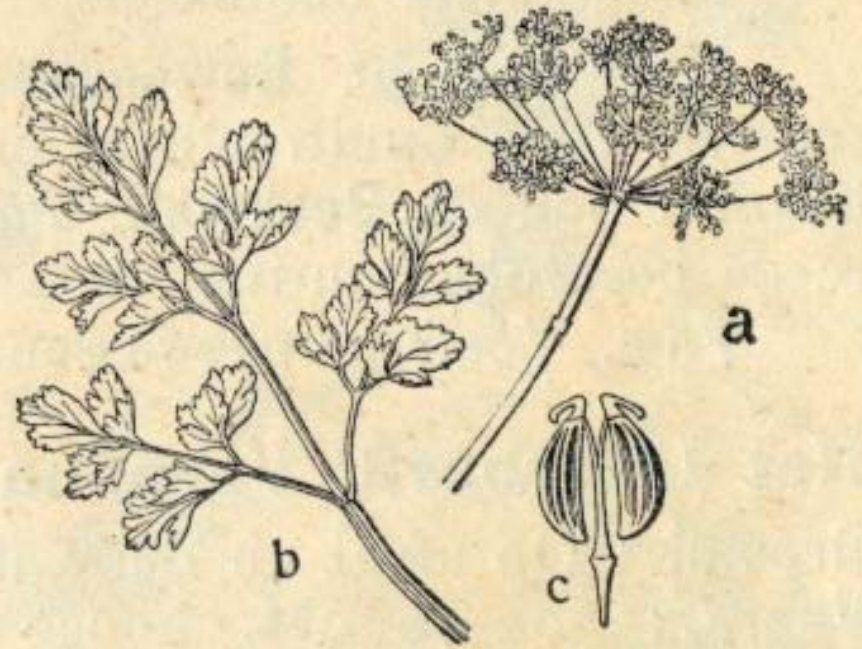


Fig. 79.

**Fam.** Schermgewassen. *Umbelliferae*.

A background image of Mount Fuji, a snow-capped mountain, seen from a distance under a clear blue sky. The mountain's peak is partially obscured by the text overlay.

ちなみに

ちなみに、つい先週もこんなメールが来た。

曰く、

わたくし、テレビxx系列「xxの地球xx」というテレビ番組を制作しておりますxxと申します。突然のメールでのご連絡で失礼致します。

当番組で今回、xx山を取り上げておりまして、xx山の自然などを調査中なのですが、  
塚谷先生に花びら葉っぱなど、どのような経緯で葉っぱの枚数が決まるのかというのを  
ご教授して頂きたくご連絡致しました。

葉っぱの枚数が決まる経緯？？？

「お早うございます。葉っぱの枚数が決まる経緯ですか？ とくに枚数は決まっていない、というのが率直な答になってしまいますが・・・。」

電話を頂いて話を聞いてみると、どうやら、「なぜクローバーの葉は3枚なのか」ということらしかった。・・・枚数かあ。

「いや、別に意味はないと思います。たまたま(偶然)3枚でうまくいって、それに対して他の枚数でずっと有利なものが現れたこともたまたまなく、そのため、そういうものと競争するようなこともなかったのも、そのまま3枚でいるだけでしょう」

ことほどさように生き物に関するテレビ番組などは、何でも自然選択とか「意味」で生き物を説明したがつているようです。



それはともかく、こっちに戻ります。

**Bloem:** 6—herfst. Wit scherm met aan elk schermpje driebladige, naar één kant hangende omwindseltjes, geen omwindsel. Vruchtjes eivormig (3 c vergr., 3 b bloem). V Kl. Deze **vergiftige** plant kan licht verwisseld worden met de gewone **Pieterselie**, *Petroselinum sativum* (fig. 79), maar deze moesplant heeft een omwindsel en **geen omwindseltjes**.

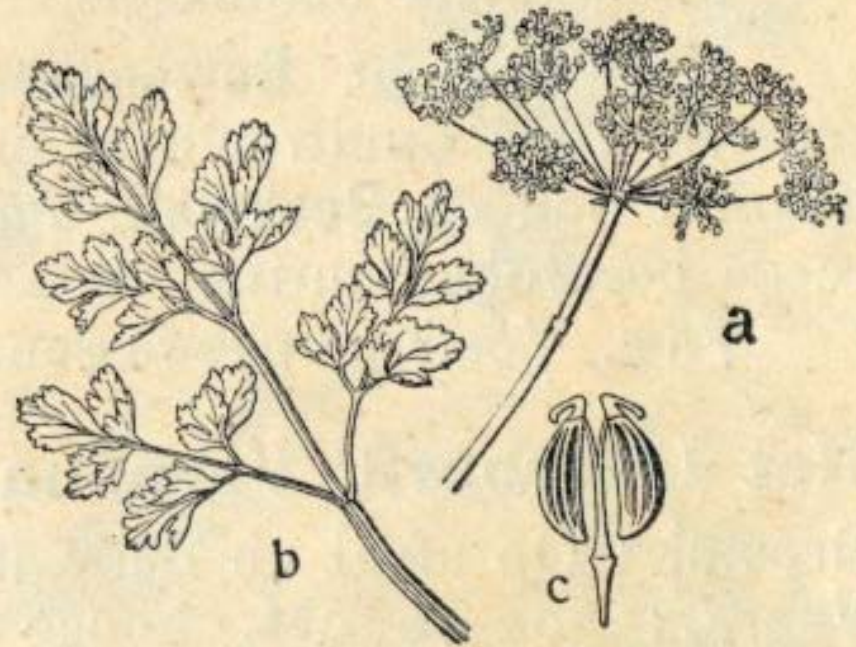


Fig. 79.

**Fam.** Schermgewassen. *Umbelliferae*.

この植物についても、数年前、こんなことがありました。

当時、岡崎市の基礎生物学研究所に勤めていた私のところへ、某国営放送から電話がかかってきたのです。

「こんど、\* \* \*という番組でパセリを取りあげるんです」

「はあ」

「そこで、ちょっとお尋ねしたいのですが、どうしてああいう形をしているのか教えてくださいませんか。」

「どうしてとは。」

「ええ、ああいう形になっていることで、どんな有利なことがあるのかと」

ことほどさように生き物に関するテレビ番組などは、過剰に自然選択とか「意味」で生き物を説明したがつているようです。



答はお分かりと思います。「なんの役にも立っていません。ヒトがあんな形の変わりもの＝変異体＝をたまたま見つけて選んだだけです」

**Bloem:** 6—herfst. Wit scherm met aan elk schermpje driebladige, naar één kant hangende omwindseltjes, geen omwindsel. Vruchtjes eivormig (3 c vergr., 3 b bloem). V Kl. Deze **vergiftige** plant kan licht verwisseld worden met de gewone **Pieterselie**, *Petroselinum sativum* (fig. 79), maar deze moesplant heeft een omwindsel en **geen omwindseltjes**.

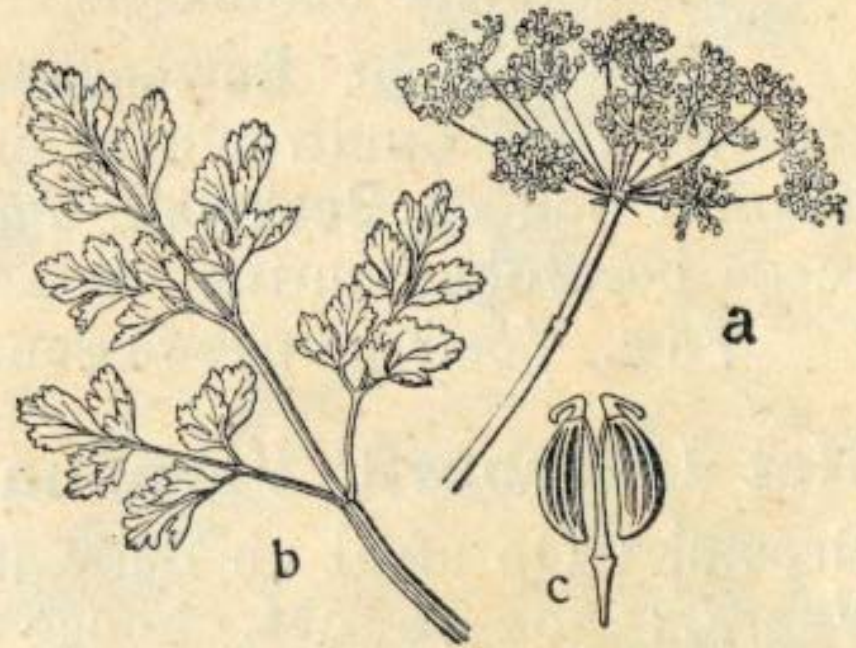
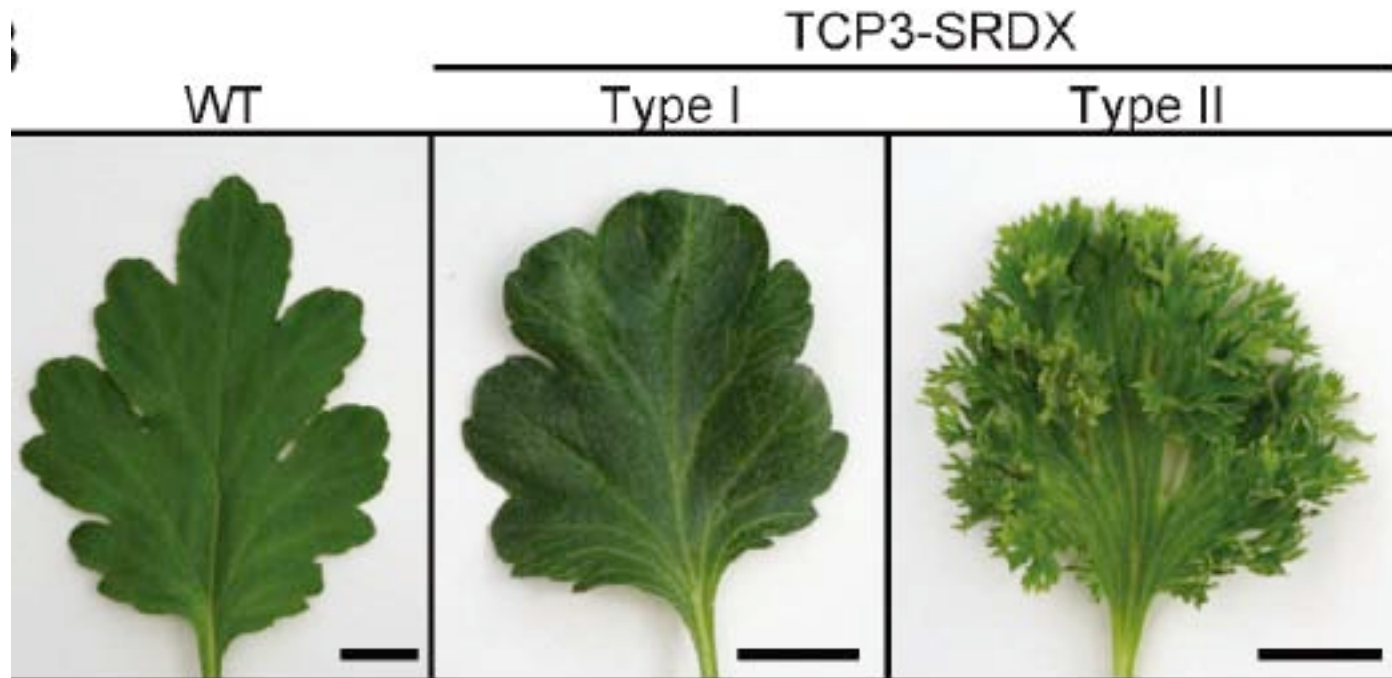


Fig. 79.

**Fam.** Schermgewassen. *Umbelliferae*.

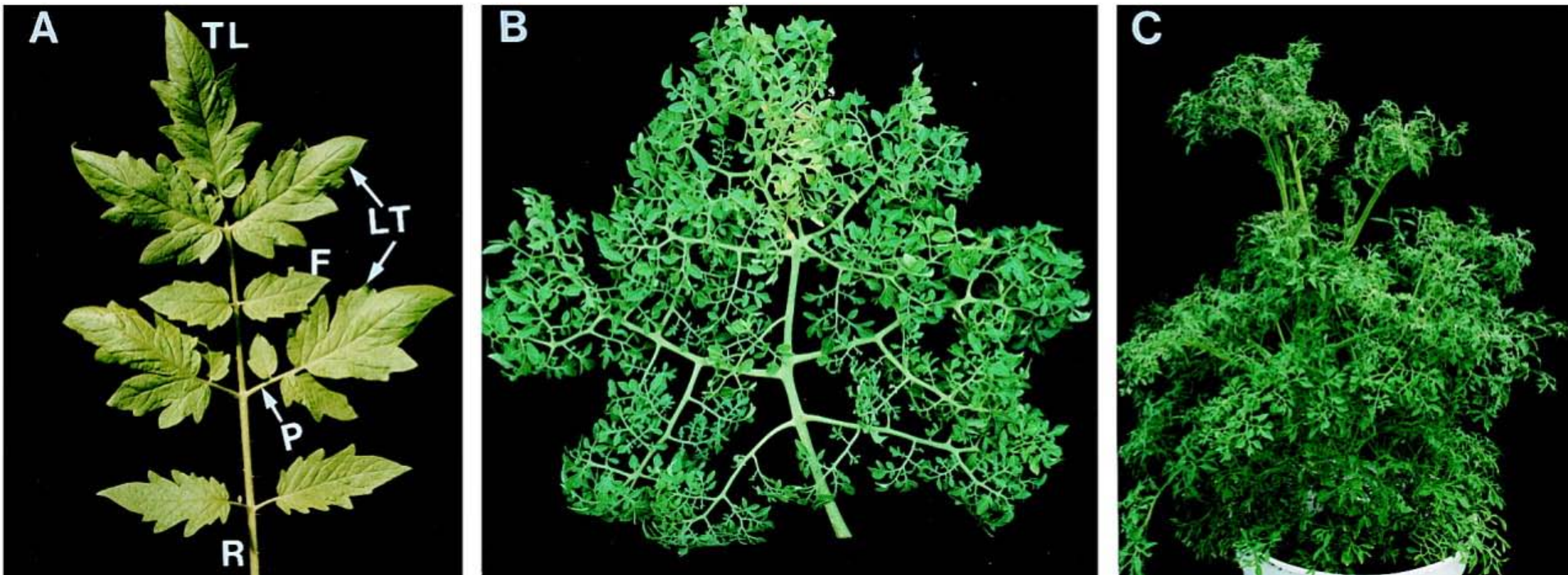


ちなみに、どんな仕組みが考えられるか：  
1: キクでは、*TCP*遺伝子の機能を低下させると  
パセリ状の辺縁部をもたらす結果を得ると報告されている



† Narumi et al.(2011) *Arabidopsis* chimeric *TCP3* repressor produces novel floral traits in *Torenia fournieri* and *Chrysanthemum morifolium*, *Plant Biotechnology*, 28(2):131-140 p.137 Fig.4(B)

ちなみに、どんな仕組みが考えられるか：  
2: トマトでは、クラス1ホメオボックス遺伝子の過剰発現が  
複葉をフラクタル構造に変換すると報告されている



† Hareven et al. (1996) Cell 84(5): 735-744, courtesy of Eliezer Lifschits

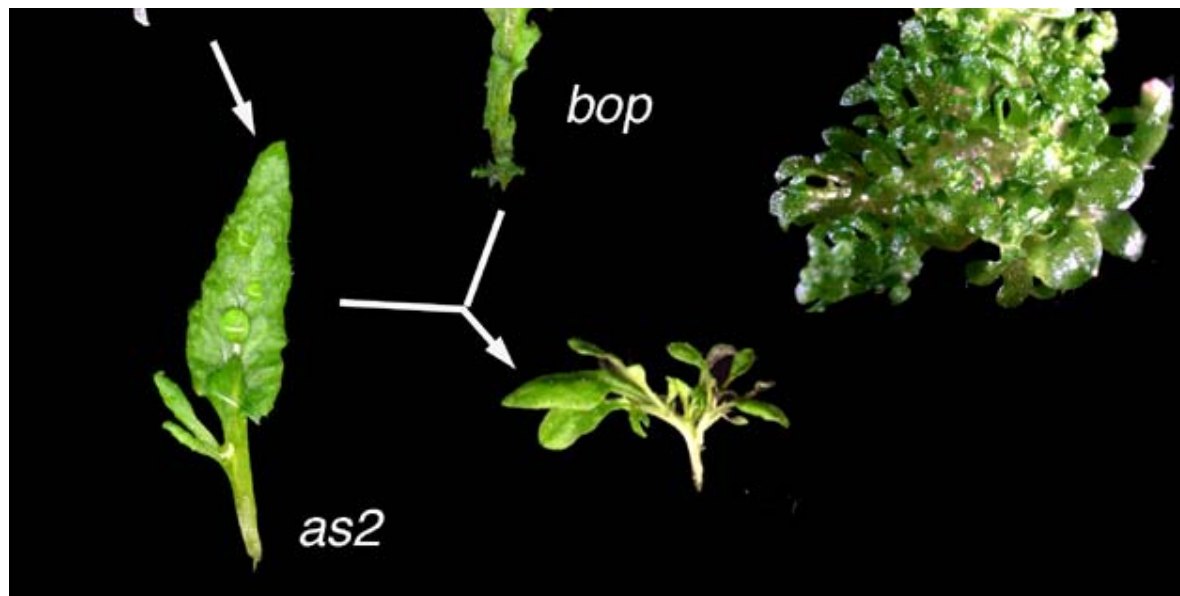
(塚谷『変わる植物学』東大出版会 p. 81)



### 3 : 実験植物のシロイヌナズナでも、2つの遺伝子の変化で似たような形を作ることができる



形態形成の繰り返し + 成長の停止の遅延でこういう形に



# ところでモデル植物のシロイヌナズナとは





# シロイヌナズナのモデル系としての利点：

- ・植物体が小型で、室内での均質栽培が容易
- ・ゲノムサイズが非常に小さい（昔は最小と
- ・栽培が容易、室内の蛍光灯下で栽培可能。
- ・ライフサイクルが短い（1ヶ月半程度）。
- ・自家受精するので、遺伝学的解析が容易。

その結果：

- ・ゲノム解読がすでに終了。  
（1億3000万塩基対）
- ・国際協力体制が整っている。  
（ストックセンター、ウェブサイトの整備、  
国際会議の毎年開催）
- ・急速な研究人口の増加と研究の進展。





というわけで、ヒトが食べたり鑑賞したりしているものの大半は、自然にある姿ではなくて、奇形を選んだり、改良のために交配を重ねたりして作ったものですよ、と 某国営放送の方には答えたのだが、初耳だという。

そう言われてみれば、義務教育ではあまり品種改良のことを教えないようだ。ダーウィンが進化論、とくに自然選択というものを思いついたきっかけの一つは、品種改良だったのだが。



こんなバラにしても、ちょっとあり得ないくらいの交配を繰り返して作られたものである。例えば黄色いHTバラはその成果の一つ。

なお、黄花のバラの近縁種はもともと自然界にあったので、この色の変化は、おそらく中立的。センチコガネなどにみられる色彩多型も、もしかするとそういう中立的な変異に過ぎないかもしれない。



遺伝子組換えで青いバラができつつあると言われるが、実際のところは、今「遺伝子組換えの青いバラ」と言っているのは、実は赤いバラを青くしたというようなものではない。すでに長い歴史の交配によって、藤色のバラは今や普通に手に入るようになっている。遺伝子操作の「青いバラ」は、その既になんか藤色に近い品種に対して、遺伝子導入で少し青みを加えた程度のもの。古典的な交配による品種改良の威力の前には、まだ歴史の浅い遺伝子組換えなどは、まだまだインパクトが弱いのである。そのくらい、交配による品種改良の歴史は長く、その成果は著しい。



ただし「遺伝子組換えの青いカーネーション」(青いとは見えなくて紫だが)は、これはこれまでの品種改良の歴史の中にはなかった、画期的な色彩である。そのためこれは市場需要がわりあいあるようだ。





## では次のお題

この野菜、私たちが植物の器官としてどの部分を食べているか  
知っていますか。=> Q

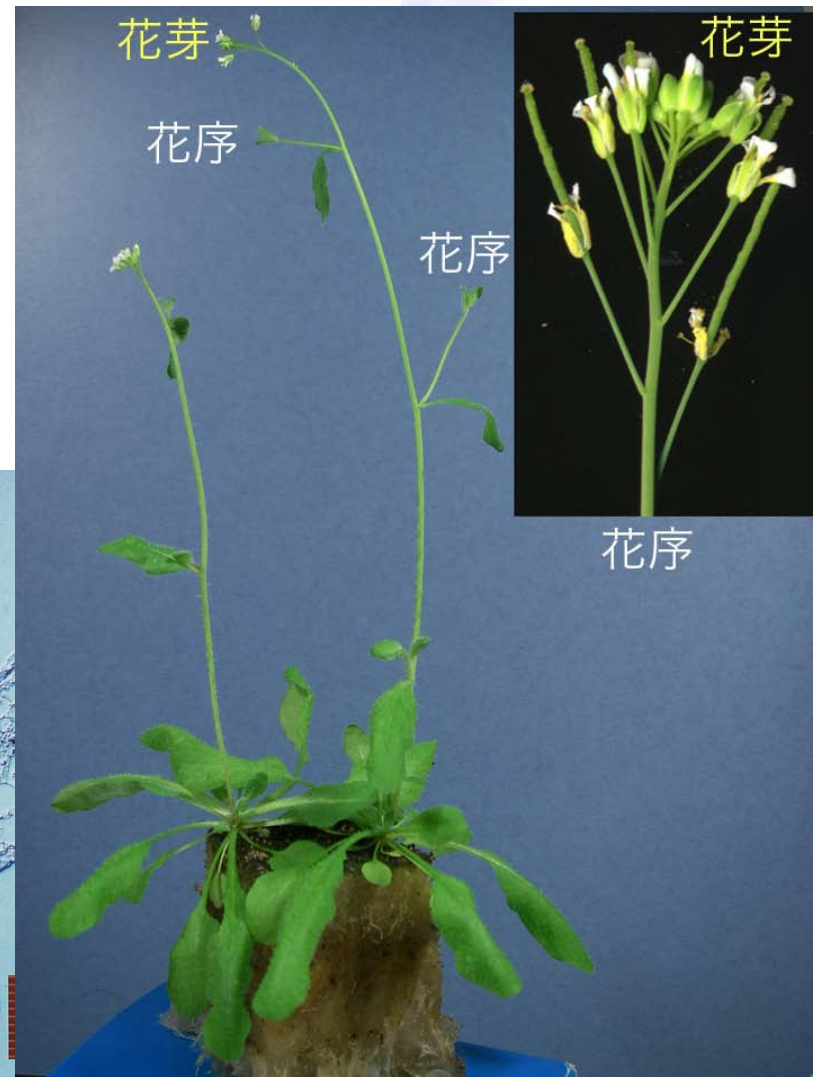




## カリフラワーで起きていること

普通、カリフラワーのようなアブラナ科の植物では、花が咲くとき、まず花序ができ、その花序から花芽が生じる。

これは子葉の間に生じるシュート頂分裂組織が、相を変えていくことを反映した発生現象である。



つまり栄養シュート（このときは葉と茎を作る）、花序シュート（花芽をつける枝を作る）、そして花芽、という相の転換である。



**仕組みとしては：**

**シロイヌナズナでは、花序シュートから花芽への相の転換に、*AP1*という遺伝子と*CAL1*という遺伝子が必要であることが分かっている。**

**この2つが機能を失うと、花序シュートという相から先になかなか進めず、何度も花序の形成を繰り返してフラクタル構造を作ってしまうのである。**

**実際、カリフラワーでは、花序の上の、花芽ができるべき場所に花芽ではなく、また花序ができてしまっている。堂々巡りをしているのだ。当然、かなりの奇形と言うべきで、花芽を作る効率が悪く、すなわち子孫を残す確率も野生型に比べて低く、自然界では生存し続けられないと思われる。**



**仕組みとしては：**

**この異常のない状態で食べているのが、種は違うが、いわゆる菜の花。（なお種としては、キャベツと同種にあたる。）**

**この異常の程度が軽いのが、ブロッコリー。蕾が見える。**

**そしてこの異常の顕著に出ている系統が、カリフラワーだ。もともとブロッコリーをもとに、さらに品種改良されて作られたらしい。**

**つまりカリフラワーとして食べている食用部分は、花序の茎と、その先にある花序分裂組織、そして花芽になりかけた構造、ということになる。**





では、今言及したキャベツは？





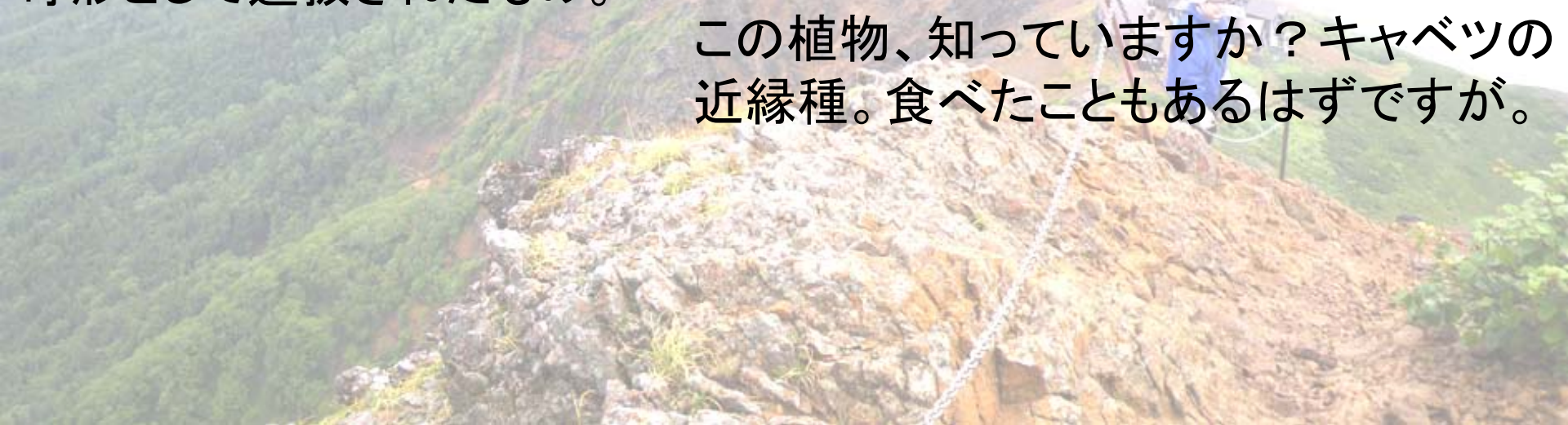
キャベツこそ、奇形中の奇形である。



これはキャベツの原型にあたるケール。キャベツはこの奇形として選抜されたもの。



この植物、知っていますか？キャベツの近縁種。食べたこともあるはずですが。





キャベツこそ、奇形中の奇形である。





だから  
芽キャベツなんて...





最近はさらにいろいろ・・・



プチヴェール



縮葉ケール



葉ボタン

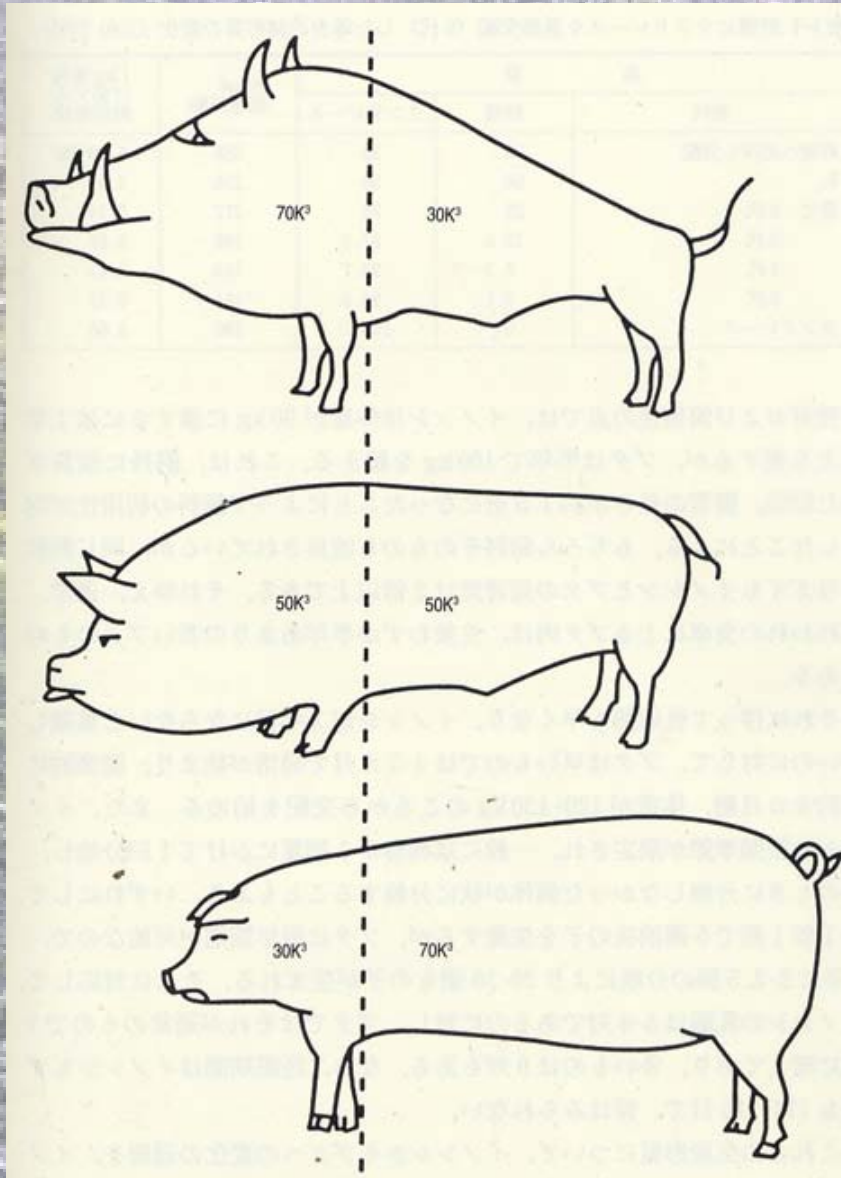


**まだまだヒトの食用植物には変な奇形がたくさんある。  
観賞用の花卉にも同様におかしな奇形が多い。**

でもそれは植物だからね・・・と思っていませんか。植物ならちぎっても罪悪感がないように、植物ならどんな奇形でも構わないというヒトでも、動物だとちょっと・・・と思うかもしれません。でも金魚でも犬でもわかるように、かなりおかしな形への品種改良は、動物でも普通に行なわれてきました。しかも、愛玩用だけでなく・・・

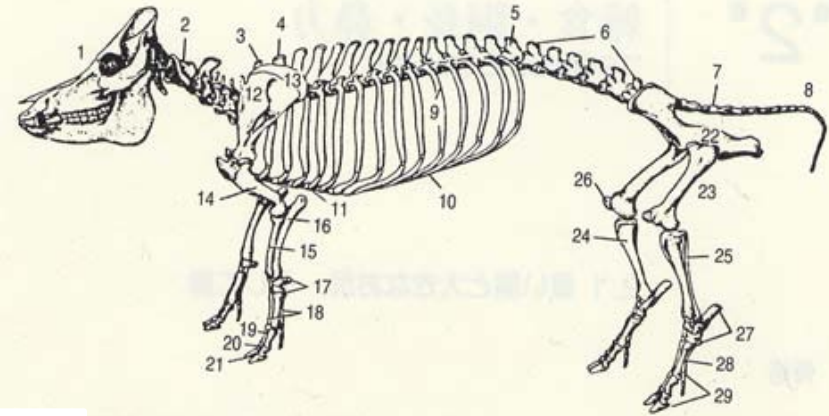


# 猪から豚に品種改良する間に・・・



K%は体積割合(%)を示す

正田陽一編、『品種改良の世界史・家畜篇』、p.7、養賢堂、1970年



ブタの骨格

1:頭蓋, 2:環椎, 3:第七頸椎, 4:第一胸椎, 5:最後位胸椎, 6:腰椎, 7:仙骨, 8:尾椎, 9:肋骨, 10:肋軟骨, 11:胸骨, 12:肩甲骨, 13:肩甲軟骨, 14:上腕骨, 15:橈骨, 16:尺骨, 17:手根骨, 18:中手骨, 19, 20, 21:指の基節, 中節, 末節骨, 22:寛骨, 23:大腿骨, 24:脛骨, 25:腓骨, 26:膝蓋骨, 27:足根骨, 28:中足骨, 29:趾骨.

加藤嘉太郎、『家畜比較解剖図説(増訂改版)』、p.328、悠書館、2010年

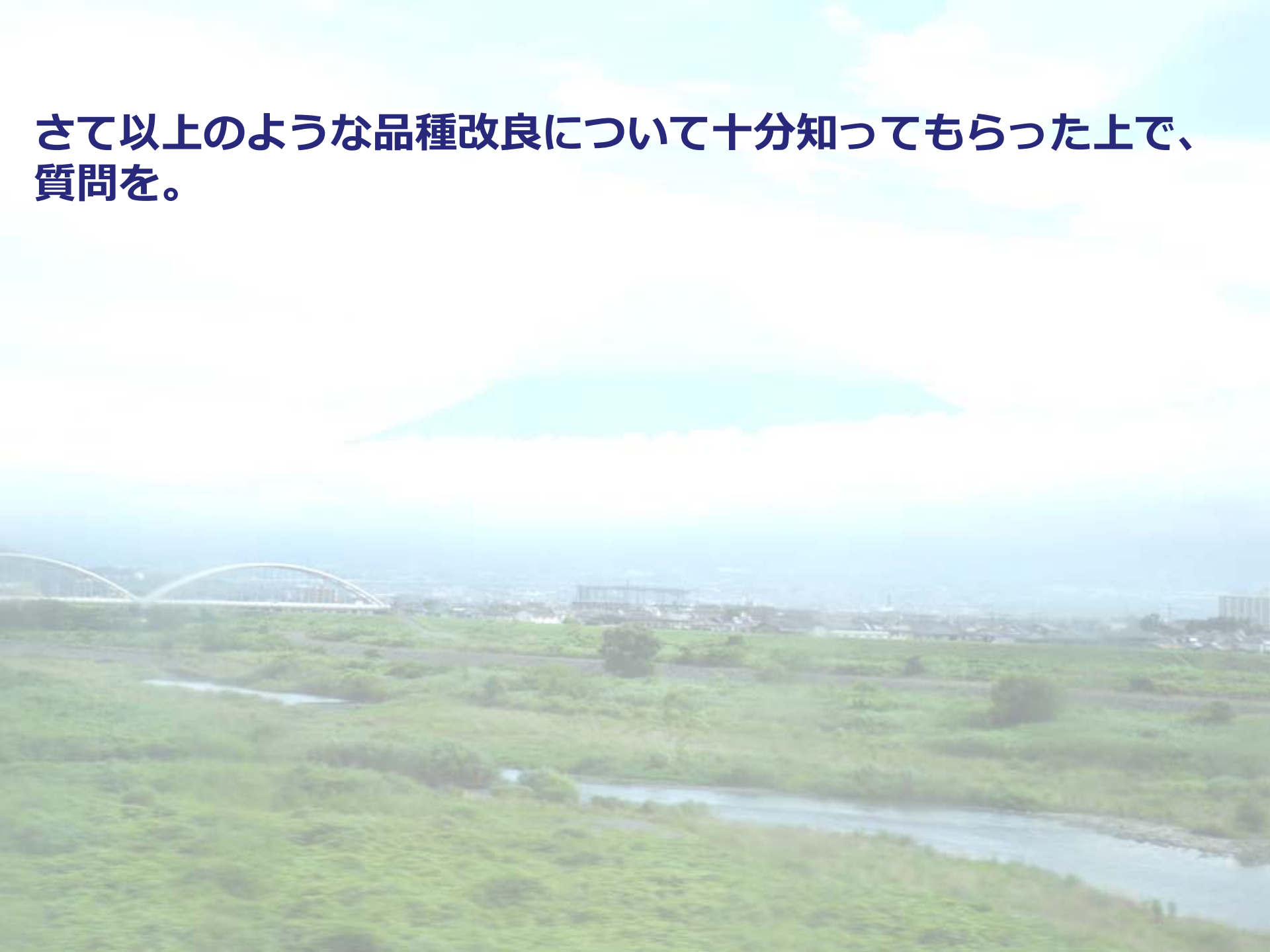
胸椎と腰椎を合わせた数が

19から24にまで増えている。

これはすなわちソーキ肉

(スペアリブ) の取り分を増やす品種改良の成果である。

**さて以上のような品種改良について十分知ってもらった上で、  
質問を。**





遺伝子組換え植物を食べることには抵抗がありますか。

遺伝子組換え作物(GM)はフランケン作物と呼ばれることもあります。ヒトが遺伝子操作した植物は、自然界にない怪物というイメージからです。そう感じますか。

自然界にない姿形性質の動植物を、ヒトが作ってしまうことに抵抗がありますか。

それを食べることに抵抗がありますか。

## それはともかく、

強力な選択圧があれば、かなり奇妙な形態・性質にも生物は「進化」できるのは確かである。

しかしパセリでもキャベツでもカリフラワーでも、狙って作られた形ではない。「たまたま」生まれた形質が「たまたま」拾われたところに、出発点がある。他の植物でも同じような突然変異は出ても良かったのだが、たまたま別の植物では拾われなかった。生物学的にはこの「たまたま」を偶然と認識している。しかしその後の選択圧そのものは、特定の目標に向けて働きかけているので、その結果は必然ととらえる。

では自然界での形態の進化も、品種改良と同じなのだろうか。中立説の立場からは、実は自然界での進化の場合は、中立的な変異がたまたま固定しただけのことも少なくないのではないかと疑う考えもある。次回は、自然界での植物形態の適応(?)を見てみたい。