

ソバの生物学
—進化遺伝学の視点から—



Biology of buckwheat
- From the viewpoint of evolutionary genetics -

総合研究大学院大学
先導科学研究科・生命共生体進化学専攻

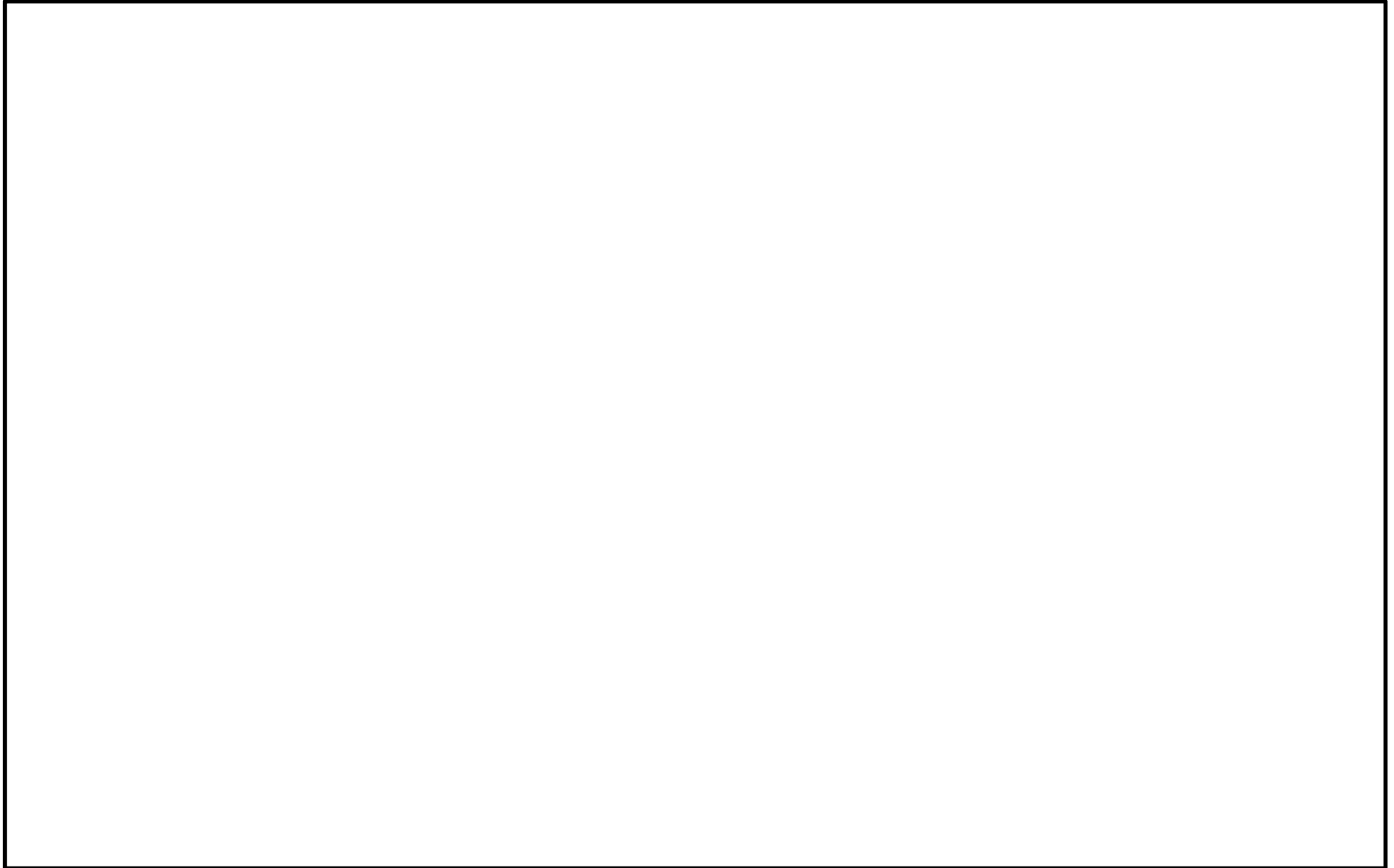
大田 竜也

平成24年11月3日 葉山

1. ソバについて
2. ソバの起源および栽培起源について
－進化学的視点から－
3. ソバで見られる不思議な現象
－二つの形の花－

1. ソバについて
2. ソバの起源および栽培起源について
—進化学的視点から—
3. ソバで見られる不思議な現象
—二つの形の花—

“そば” を利用した製品



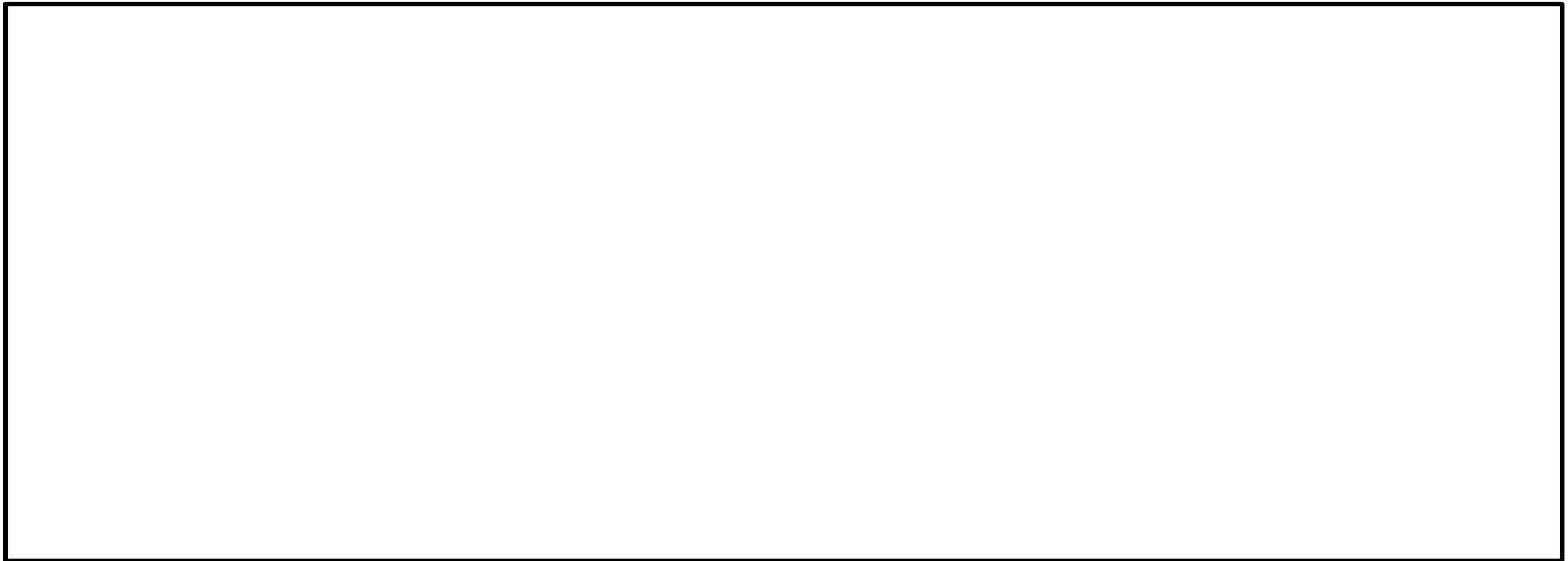


長野県松本市郊外

日本におけるソバ栽培（文献記載）

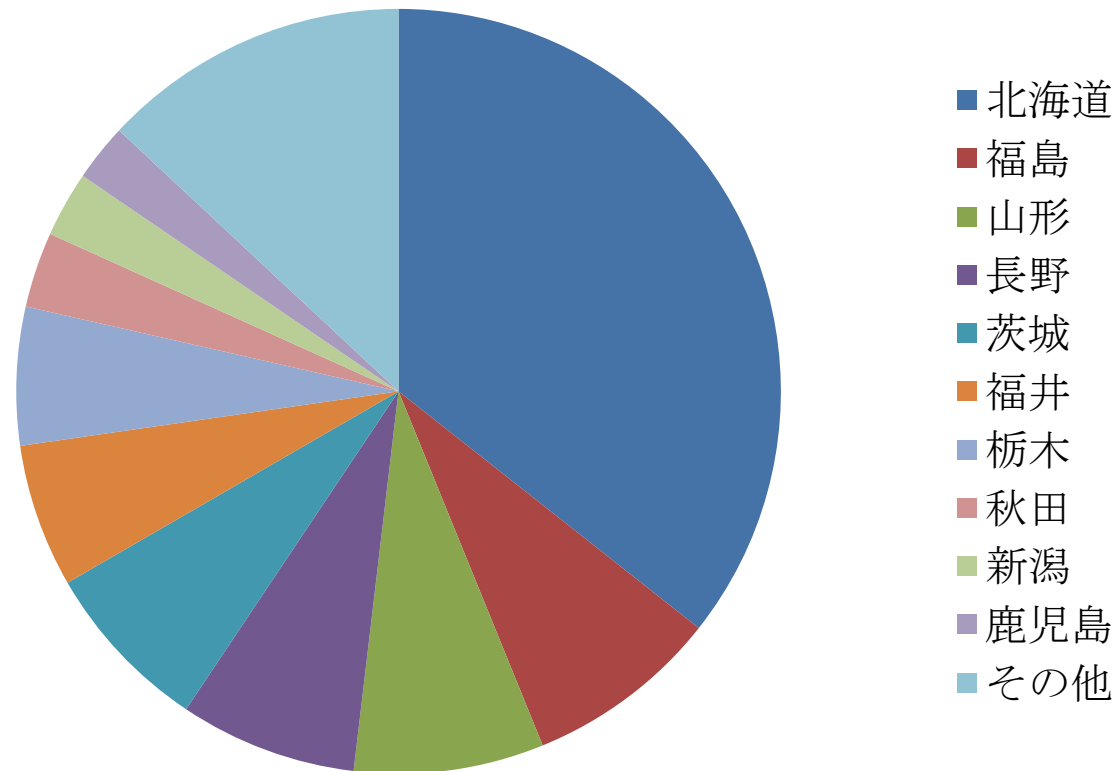
續日本紀 卷第九 養老六年 七月

「戊子。詔曰。朕以庸虚。紹承鴻業。剋己自勉。未達天心。是以、
今夏無雨。苗稼不登。宜令天下国司、勸課百姓。種樹晚禾、
蕎麦及大小麦。藏置儲積。以備年荒。」



日本におけるソバの栽培

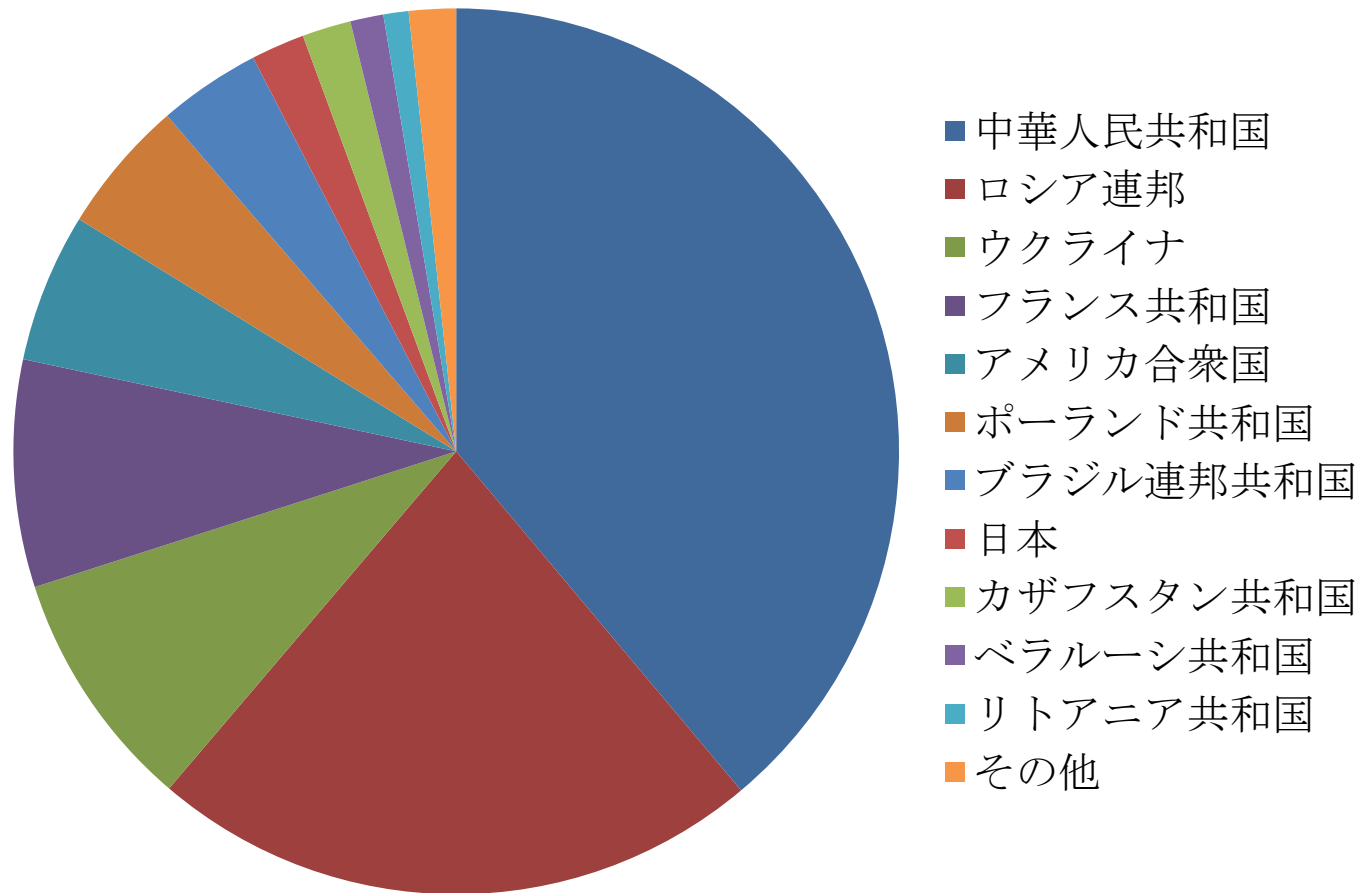
2011年ソバ収穫量 (32,000トン) : 農林水産省作物統計



2011年ソバ輸入量 (56,525トン) : 財務省貿易統計
中国 35644トン、アメリカ合衆国 18381トン

世界におけるソバの栽培 (FAO)

2010年ソバ生産量 (1,517,661トン)



1. ソバについて
2. ソバの起源および栽培起源について
—進化学的視点から—
3. ソバで見られる不思議な現象
—二つの形の花—

ソバの栽培起源

- ・満州、アムール川流域、バイカル湖地域説

Alphonse de Candolle (1883) *Origine des Plantes Cultivées*

Sarrasin ou blé noir. — *Polygonum Fagopyrum*, Linné. — *Fagopyrum esculentum*, Moench.

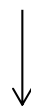
L'histoire de cette espèce est devenue très claire depuis quelques années.

Elle croit naturellement en Mandschourie, sur les bords du fleuve Amour⁷, dans la Daourie et près du lac Baïkal⁸. On l'indique aussi en Chine et dans les montagnes de l'Inde septentrionale⁹, mais je ne vois pas que la qualité de plante sauvage y soit certaine. Roxburgh ne l'avait vue dans le nord de l'Inde qu'à l'état cultivé, et le Dr Bretschneider¹⁰ regarde l'indigénat comme douteux pour la Chine. La culture n'y est pas ancienne, car le premier auteur qui en a parlé écrivait dans la période du x^e au xii^e siècle de l'ère chrétienne.

ソバの栽培起源

起源地を探して

日本国内での遺伝的な研究



インド、ネパール、ブータン、タイ、
中国での現地調査

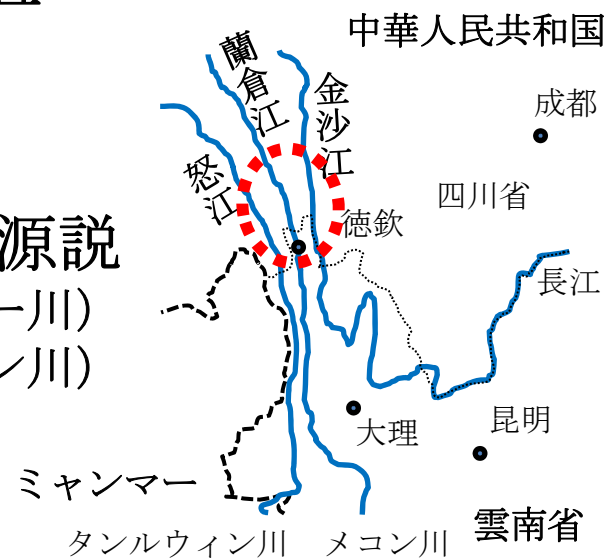


中国三江地域起源説

金沙江 (チンシャー川)

蘭倉江 (ランツァン川)

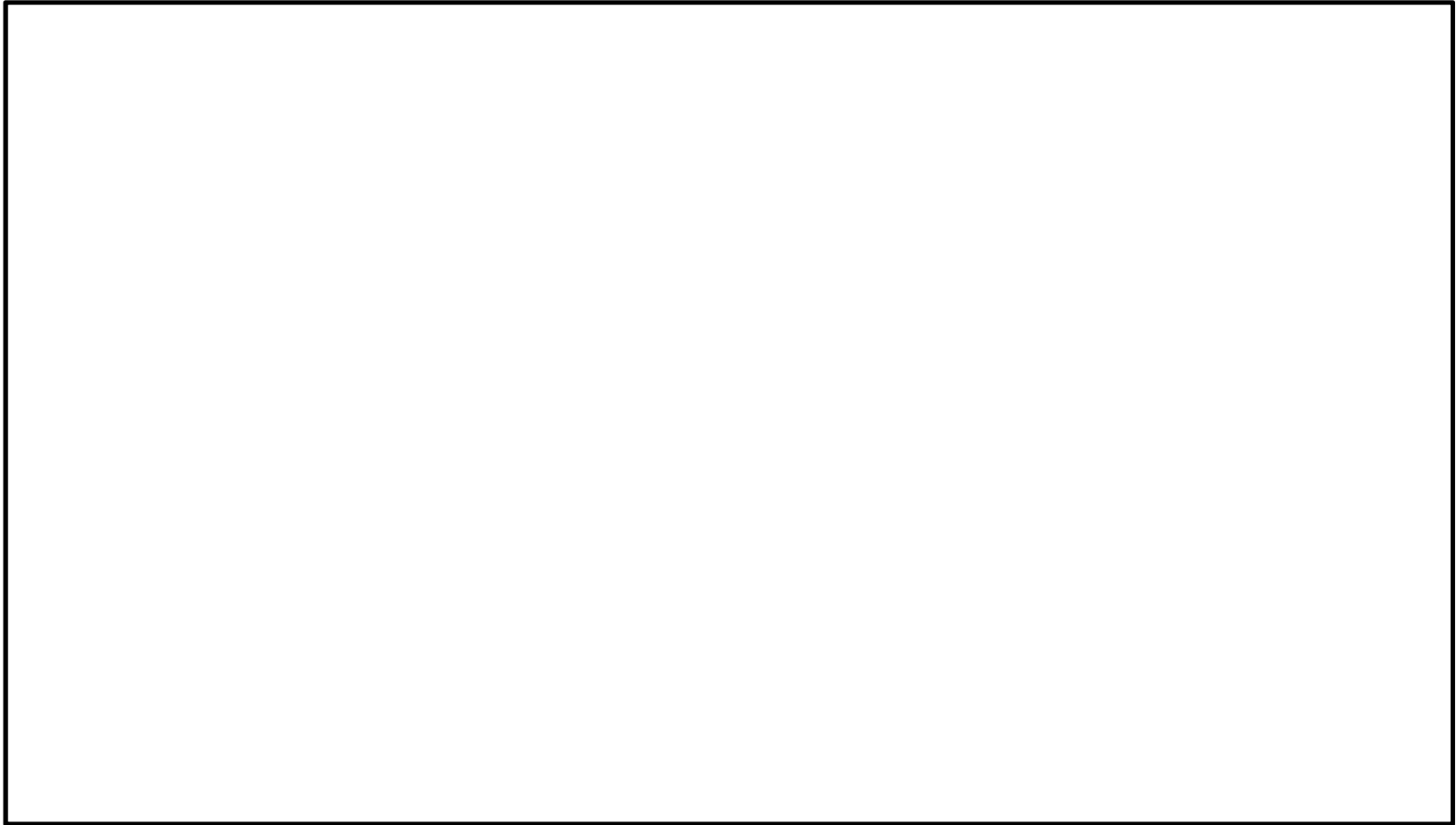
怒江 (ヌー川)



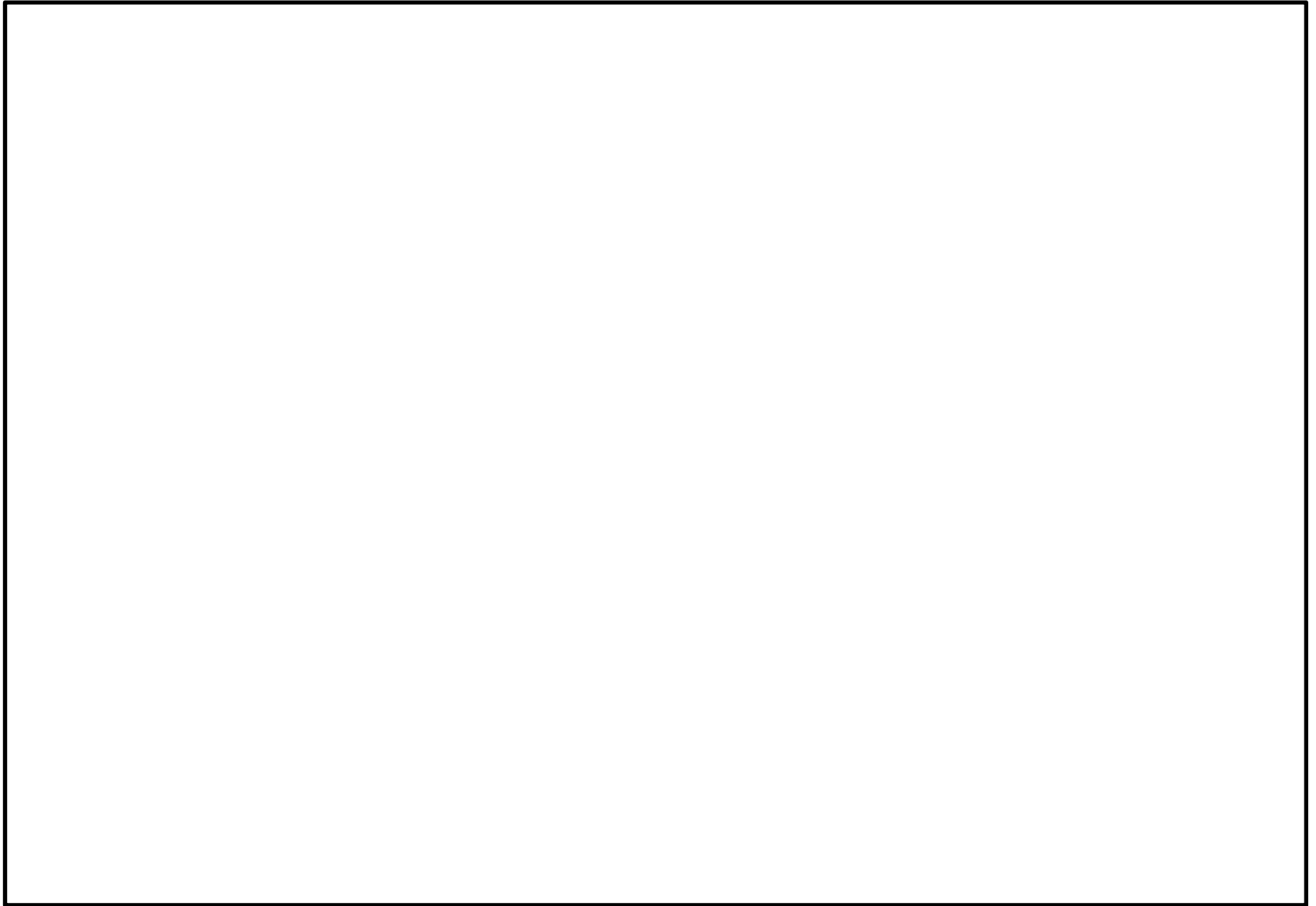
大西近江 京都大学名誉教授

フツウソバの起源

- ***F. esculentum ssp ancestrale* Ohnishi (Ohnishi 1991)**
中国雲南省永勝県で栽培ソバの野生祖先種を発見



フツウソバの栽培起源

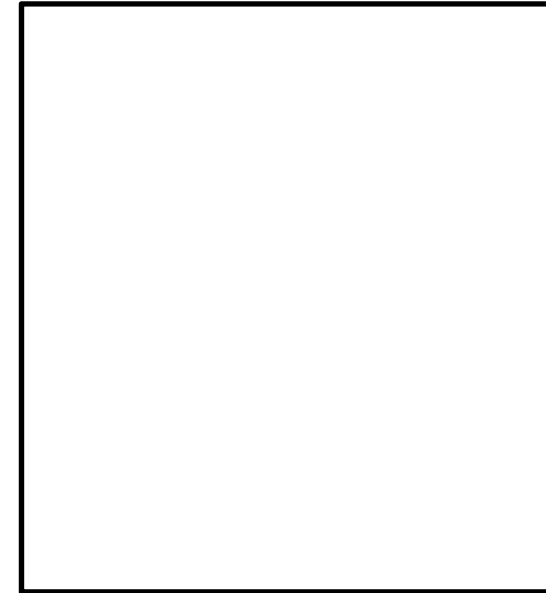
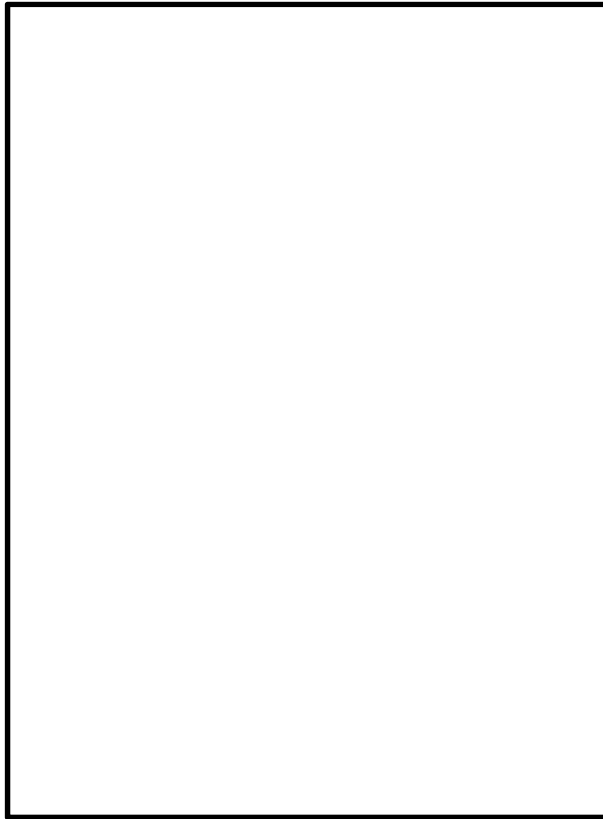


1. ソバについて
2. ソバの起源および栽培起源について
－進化学的視点から－
3. ソバで見られる不思議な現象
－二つの形の花－

ソバの特徴

F. Hildebrand (1867)

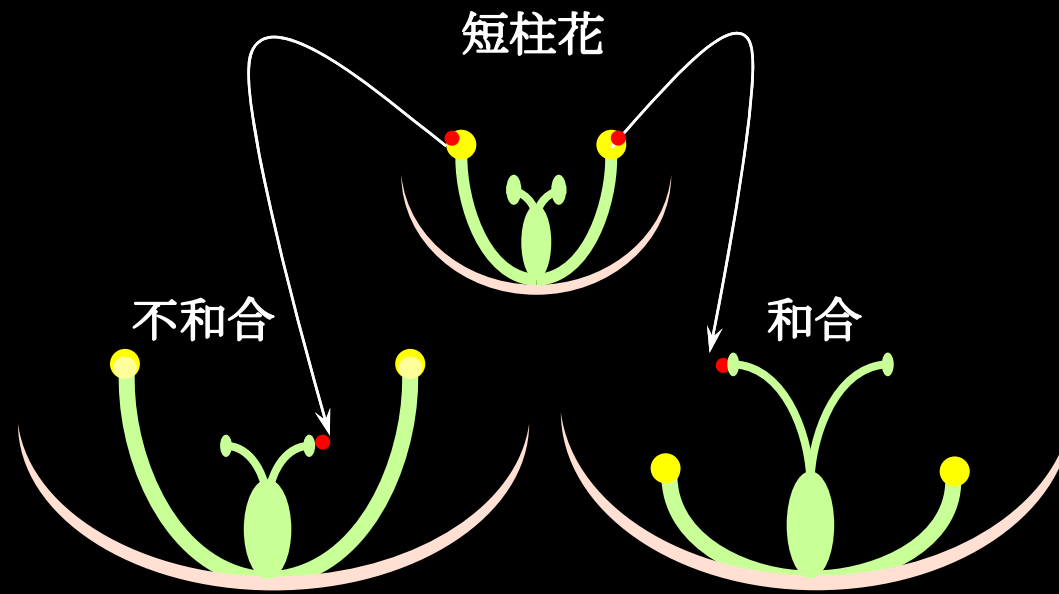
*Die Geschlechter-Vertheilung
bei den Pflanzen. P-34*



C. Darwin (1877)

*The different forms of flowers
on plants of the same species.
P- 111-114.*

一つの同じ生物種の中に、異なる形の花を持つ個体が存在



短柱花の花粉



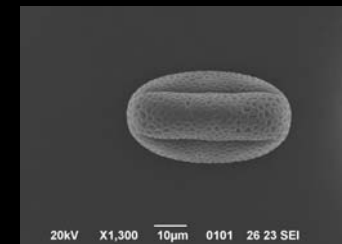
短柱花



長柱花



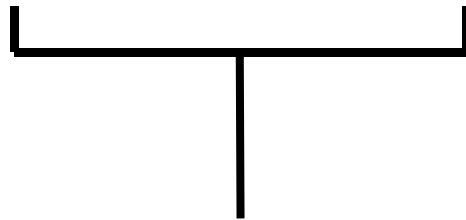
長柱花の花粉



蕎麦における異型花型自家不和合性

ソバの交配実験

短柱花 S/s 長柱花 s/s

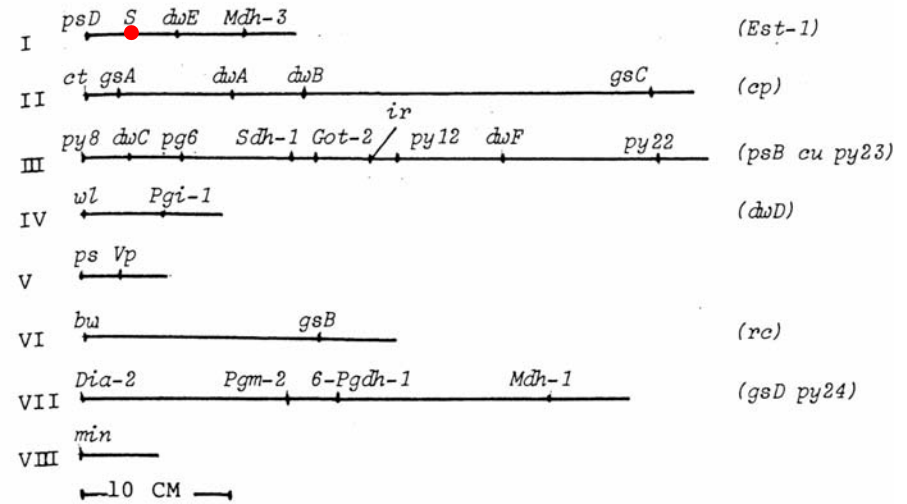


54個の種

短柱花 S/s 長柱花 s/s

27個体

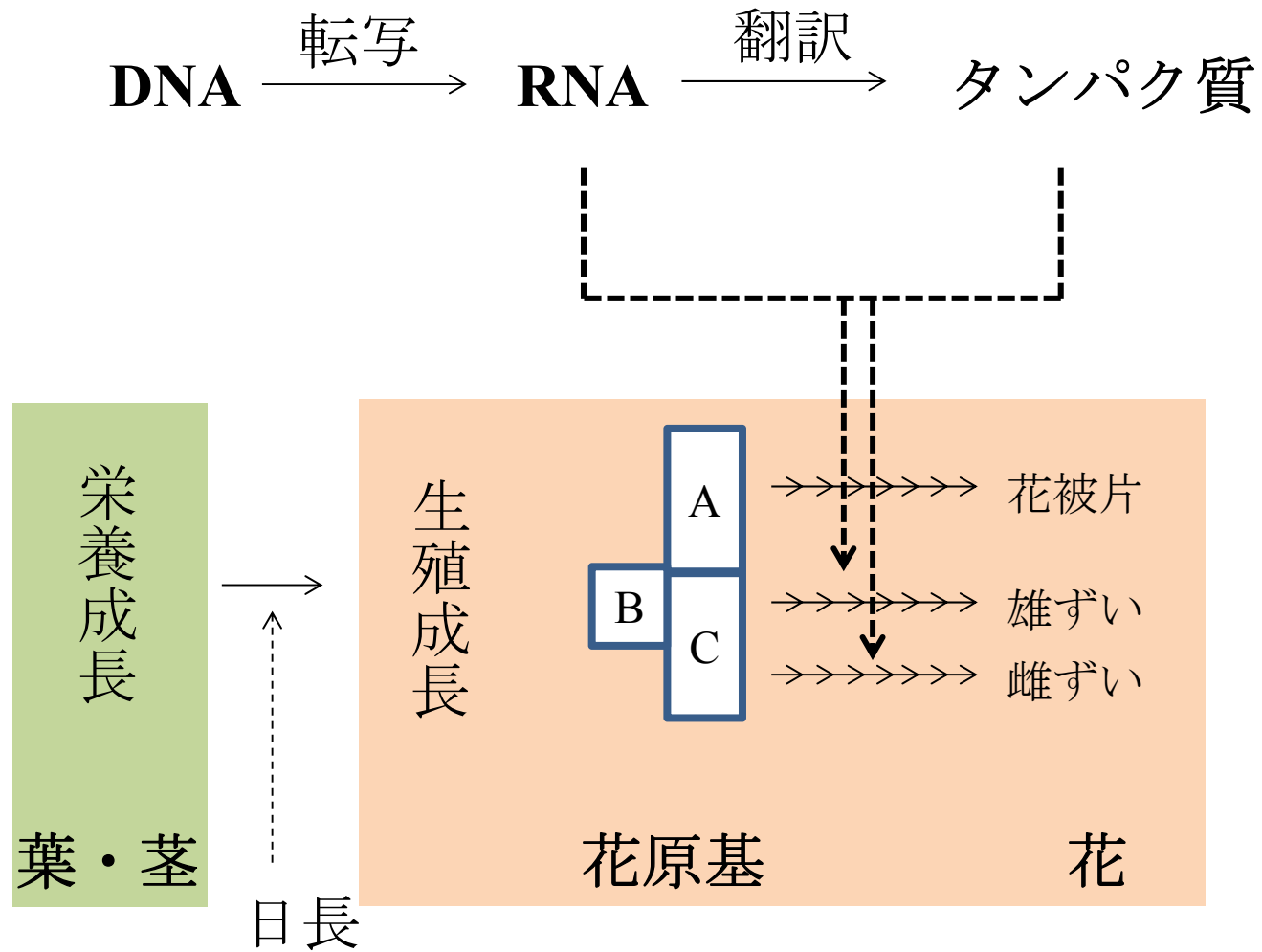
27個体



ソバの染色体地図 $2n = 16$
(大西、大田 1989)

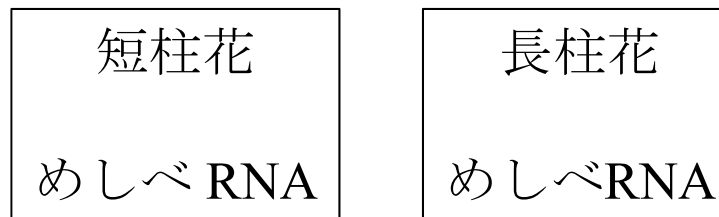
花の形態と自家不和合性は
遺伝的に決定

遺伝的に決定しているとは、どういうことか？



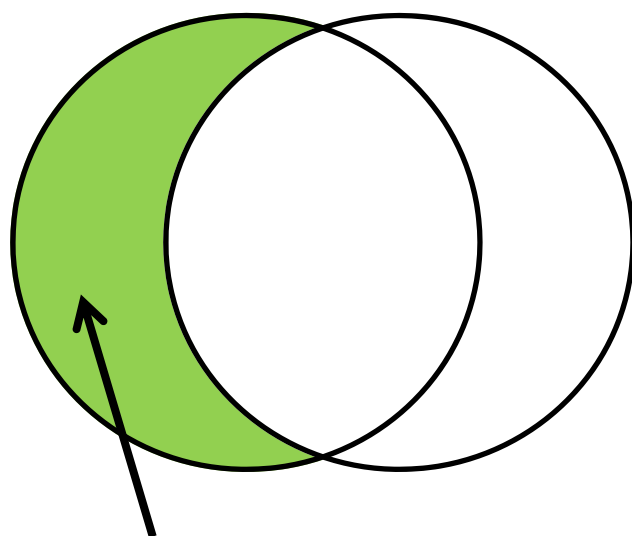
原因遺伝子を探して

花柱で発現している遺伝子

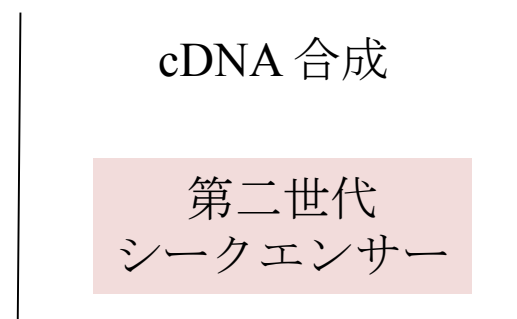


短柱花 (S/s)

長柱花 (s/s)



S遺伝子座の遺伝子



RT-PCR法で
確認

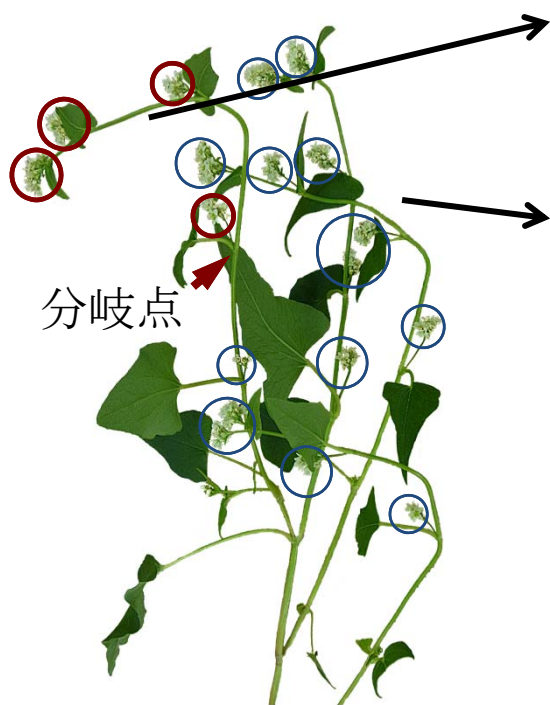
短柱花の花柱にのみ
発現している遺伝子
SSG1 ~ SSG4

原因遺伝子を探して

重イオンビーム
(ネオンイオン) の照射



突然変異体作成



長柱花
(*s/s, s/-*)

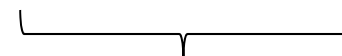
短柱花
(*S/s*)

ゲノムでの有無

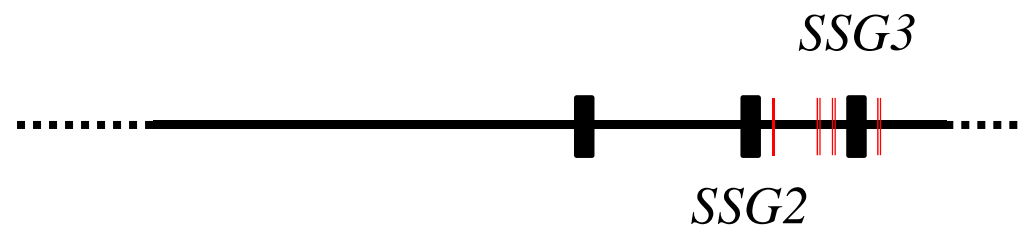
SSG1 SSG2 SSG3 SSG4

○ × × ○

○ ○ ○ ○



> 600kbpのゲノム領域の欠失



原因遺伝子を探して

原因遺伝子であれば

異形花型自家不和合性を示すソバ属植物では
短柱花を持つ個体のゲノムに特異的に存在する。

原因遺伝子を探して

原因遺伝子であれば

異形花型自家不和合性を失ったソバ属植物では
遺伝子が無くなっている あるいは 偽遺伝子化している。

SSG3 はどのようなタンパク質か。

連鎖解析： 異形花型自家不和合性 (*S*) 遺伝子複合領域に存在

タンパク質のアミノ酸配列：

```
MEPLFTRLHLKTTTEKGGPKPPPRNKMAVHEEPIASSSRFSNGSITMMQLH
PIGGVPISQVGSSQVNGPERKTLSAFYSLPASTHRAPRIVPLSESDRIL 100
SKISENSAAKPLDYTISSISCNSLITSRSRSTPSICPFGSSPLSVTASID
RRAVEAQRAGFGFLIITDNSDGTGNNSQCLAGENYSMHPRIVHRNEDGSG 200
TRKVGYSVTSVRISPDDVVLKIGQENFWKIRRILVKQQRIFSIQVFELHRL
VQKSLAGSSHHYIKDSIYLQERLDEVSSKEESLPPQLHLQTPPPLSLLR 300
THLQPSECPKIAADSSLVKTPVPPVLYNSMRVPLRKKKKALSMVMANKPC
TSFDSPPSLPLPGPPPPSHIECNFSFKNAIGPENSVEKRLLPLSCNSN 400
KLSFSGHQSGKSMATSVGTDKSMTPYGYSLPTPPGDLALTQSSVPCPKTG
TPSGESLRLMLPTTCFYSTPEKHWPCPFLSSEGLVYKPYPGPYPPNAASF 500
TAHLFGSCGPMIVRPGGGSYIRHSAYGIPHAAQQGKELVPGIPIKMSFLD
PCDFSSTNLSPWEHEVVKDMSSSHQKGVFCSDRTVPRSNEGDRQGSTGSS 600
SVGRGSLDTLHPFQLELVGAQELESVGVNEKLTRAIKAVPCDGRLEASESA
MKIFRSIQKERKQNNV
```

→ シロイヌナズナの EARLY FLOWERING 3 (ELF3) に相同

S-LOCUS EARLY FLOWERING 3 (S-ELF3) と命名

まとめ

- フツウソバの起源は大西近江京大名誉教授らの研究で中国三江地域にあることが示された。
- ソバ属には様々な種が存在する。その多くは異形花型自家不和合性を示すが、この形質を失った種も存在する。
- 異形花型自家不和合性を支配する分子機構を解明する手がかりとして *S-ELF3* 遺伝子を発見した。
- 自然での“大実験”の結果生まれた多様な生物から我々が学ぶことは多い。