

生物

左上一箇所でホチキス留め

受付番号: SJ0582
エントリーID: 1394

筑波大学

朝永振一郎記念

第19回「科学の芽」賞 応募用紙

受付番号 : SJ0582

応募部門 : 中学生部門

応募区分 : 個人応募

題名 : 「あさがおのつるの研究⑧」つるの巻きつきとジベレリンの関係を解明する

学校名 : 福島県 国立福島大学附属中学校

学年 : 2年生

代表者名 : 横川 眞子

※ 個人情報保護のため、入力された項目から抜粋して出力しています。

「あさがおのつるの研究 8年目」

つるの巻きつきにおける植物ホルモンジベレリンの役割を解明する

福島大学附属中学校 2年

横川 眞子

【研究の背景】

私は、小学校1年生の時から、あさがおのつるの研究に取り組んできた。小学校6年間の研究を通して、あさがおの茎頂(つるの先の芽の先端)は、自分でつるの長さの具合を感じながら、巻きつくタイミングを自分で判断し、茎頂にある「棒に巻きつくスイッチ」が入ったら、自分で棒に巻きついていく、ということが分かった。

中学1年生の時、小学校6年間の継続研究の成果や疑問を整理し、あさがおの茎頂にある「棒に巻きつくスイッチ」が何かを調べていく中で、植物ホルモンに興味を持った。植物ホルモンは植物の成長を制御する作用を持っており、オーキシン、ジベレリン、サイトカイニン、アブシジン酸、エチレン、ブラシノステロイド、ジャスモン酸、サリチル酸、ストリゴラクトンという種類があるが、中でもオーキシンは、エンドウ、シロイヌナズナを用いた研究において、これらの植物の回旋運動へ影響を与えていることが報告されていた(染谷, 2005)。

そのため、あさがおでも同様に、オーキシンがつるの巻きつきに影響を与えているのではないかと考え実験を始めた(図1)が、予想に反して、あさがおのつるの巻きつきに影響を与えていたのは、比較のために用いたジベレリンであった。ジベレリンは、あさがおの体内でも産生されており、つるの伸長促進作用があると報告されていたが、あさがおのつるの巻きつきに作用しているという報告はなかった。

昨年の研究では、茎頂先端の半分を切断すると、つるは棒に巻きつかなくなり、茎頂の切断面にジベレリン液を塗ると、つるが棒に巻きつく力は回復した。一方で、合成オーキシン(4-クロロフェノキシ酢酸(4-CPA):商品名トマトーン、1-ナフチルアセトアミド:商品名ルートン)を塗布しても、棒に巻きつく力は回復しなかった(図1)。

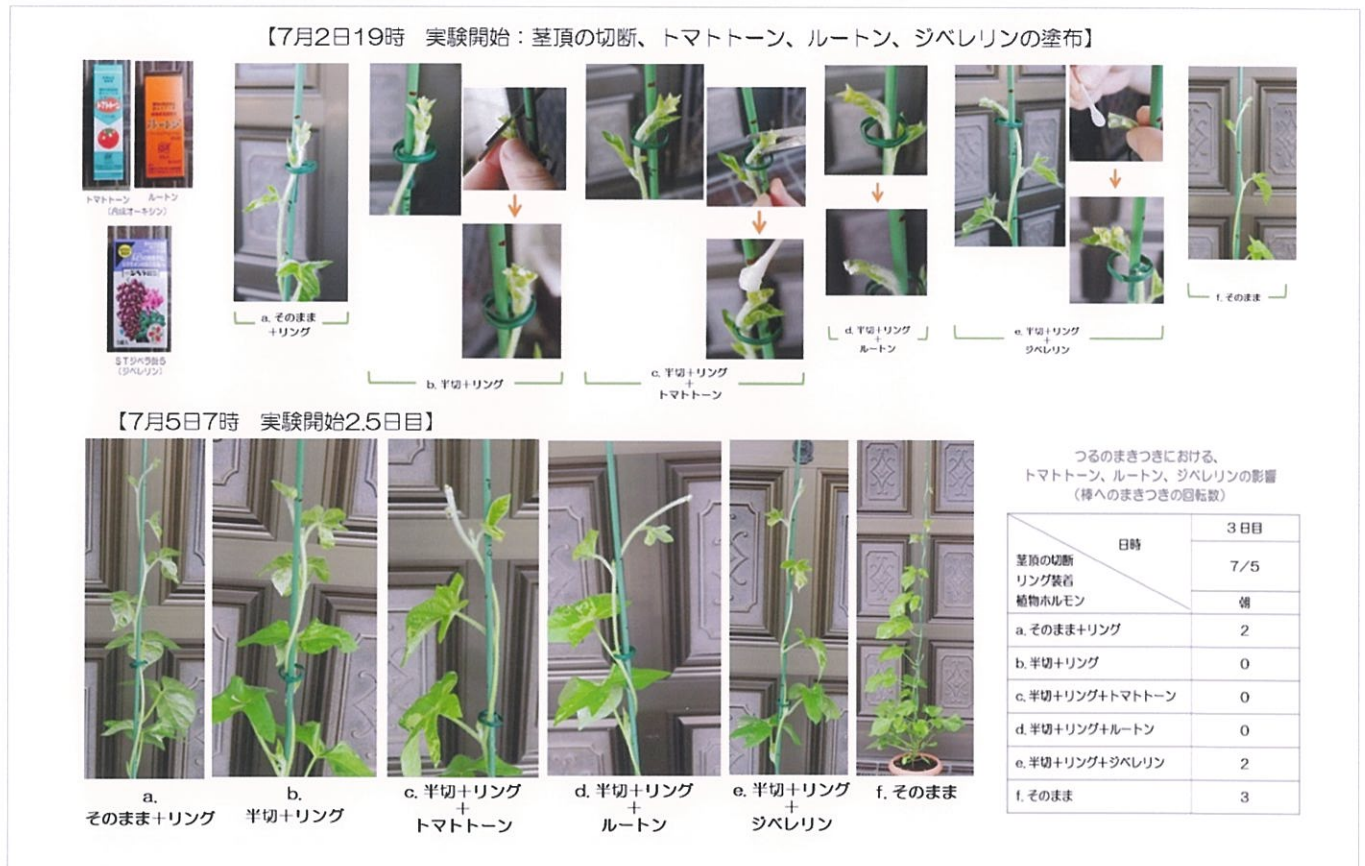


図1 中学校1年生の研究概要

これらの結果から、

- ・茎頂の先端には、あさがおの茎頂が棒に巻きつくために必要な物質が存在している。
 - ・あさがおの茎頂が棒に巻きつくためにはジベレリンが必要である。オーキシンの影響は明らかでない。
- という結論に至った。

【研究の目的】 《今年の研究で調べたいこと》

- (1) 茎頂の先端に存在している、あさがおの茎頂が棒に巻きつくために必要な物質はジベレリンなのか。
- (2) つるはいつから棒に巻きつく能力を持ち始めるのか。いつから巻きつくために必要な物質を産生し始めるのか。

上記の研究目的を設定した理由: 小学校1年生の時から、あさがおのつるの研究をするために、毎年5月下旬にあさがおの種子を植え、実験の準備をしてきた。種子を植えてから3週間程度で茎頂が出始め、つるがどんどん伸び、4

週目には、つるは十分に巻きつける長さになっているように見える。しかし、棒になかなか巻きつかず、手で棒に巻きつけてみても、しばらくすると離れてしまう。結局、地面からのつるの長さが約 50 cm の時期になると自然に棒に巻きつく(図 2)。私は、なぜつるは 50 cm もの長さになるまで巻きつかないのだろうか、とずっと不思議に思っていた。つるの長さが 50 cm

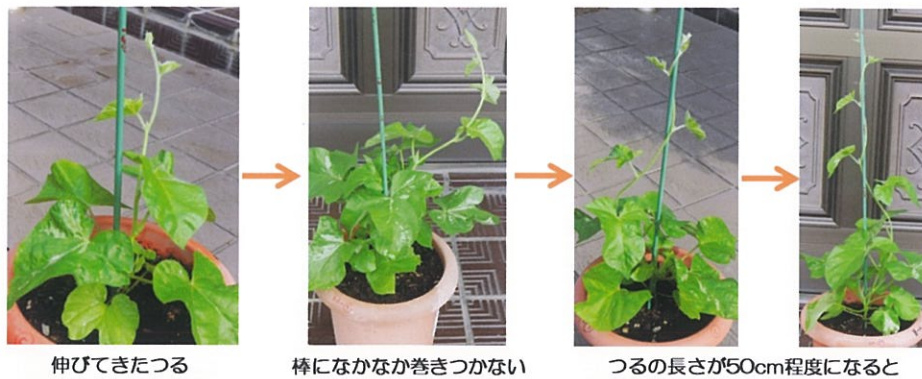


図2 あさがおのつるが棒に巻きつくまで

程度になると、つるは自分で巻きつくために必要な物質を産生し始め、茎頂の先端にその物質を貯蔵させ、茎頂から物質を通して指令を出し、その指令に反応してつるは棒に巻きついていくのだろうか。

そもそも、つるはいつから巻きつくために必要な物質を産生し始め、いつから棒に巻きつく能力を持ち始めるのだろうか。巻きつくために必要な物質は、本当にジベレリンなのだろうか、今年はこのことについて調べたいと思った。

【材料と方法】

○あさがおの種子: 暁の混合(サカタのタネ)

○使用した薬剤:

- ・ジベレリン: 商品名「ST ジベラ錠5」(住友化学園芸): 1錠を水 50ml に溶解(100ppm)して茎頂に塗布
- ・ジベレリン生合成阻害剤(ダミノジッド): 商品名「ビーナイン」(日本曹達株式会社): 水で 400 倍に希釈し茎頂に塗布
- ・ジベレリン拮抗剤(アブシシン酸): 商品名「アブサップ」(住友化学株式会社): 水で 100 倍に希釈し茎頂に塗布

○あさがおの茎頂の半分の切断(半切)とすりつぶし:

茎頂の半分をはさみで切断(半切)し、数滴の水の中ですりつぶし、対象のあさがおの茎頂に塗布した

【研究方法】

実験(1): 茎頂の先端に存在する、あさがおの茎頂が棒に巻きつくために必要な物質はジベレリンなのかを検証する

茎頂の先端に、ジベレリンを抑制する物質であるジベレリン生合成阻害剤(ダミノジッド: 商品名ビーナイン)、ジベレリン拮抗剤(アブシシン酸: 商品名アブサップ)を塗布すると、茎頂を半切したつると同様に、茎頂は棒へ巻きつかなくなるのかを調べる。なお、すでにつるが棒に巻きついているあさがおを用いて実験を行った。表1に示した下記の①～⑥の Group で実験を行った。

表1 実験(1)で使用したあさがお

Group	実験開始時: 地面からのつるの長さ(cm)
①そのまま	64.3
②ジベレリン	92.4
③ビーナイン(ジベレリン生合成阻害剤)	98.2
④アブサップ(ジベレリン拮抗剤)	102.2
⑤半切	128.7
⑥半切+ジベレリン	91.8



図3 実験(1)で使用したあさがお

★【6月27日19時: 実験開始】 ジベレリン(②)、ビーナイン(③)、アブサップ(④)の塗布、茎頂の半切(⑤)、半切後のジベレリン塗布(⑥)を行った(図3)。

実験(2): つるはいつから棒に巻きつく能力を持ち始め、いつから巻きつくために必要な物質を産生し始めるのか

実験(2)-I: あさがおのつるが、自然に棒に巻きつく時のつるの長さを調べた。

実験(2)-II: つるがいつから棒にまきつく能力を持ち始めるのかを調べるために、茎頂が出始めて棒に巻きついていない時期のつるを用いて実験を行った。表2に示した下記の①～⑥の Group で実験を行った。

表2 実験(2)-IIで使用したあさがお

Group	実験開始時:地面からのつるの長さ(cm)
①そのまま	15.8
②ジベレリン	15.4
③ビーナイン(ジベレリン生合成阻害剤)	14.5
④アブサップ(ジベレリン拮抗薬)	13.0
⑤半切	15.1
⑥半切+ジベレリン	14.2

★【6月30日7時:実験開始】ジベレリン(②)、ビーナイン(③)、アブサップ(④)の塗布、茎頂の半切(⑤)、半切後のジベレリン塗布(⑥)を行った(図4)。



①そのまま ②ジベレリン ③ビーナイン ④アブサップ ⑤半切 ⑥半切+ジベレリン

図4 実験(2)-II 開始時:使用した 茎頂が出始めて、棒に巻きついていない時期のあさがおのつる

【結果】

実験(1) : 茎頂の先端に存在する、あさがおの茎頂が棒に巻きつくために必要な物質はジベレリンなのかを検証する

★【6月29日7時:実験開始1.5日目】ビーナイン(③)、アブサップ(④)を塗布したつるは、茎頂を半切したつる(⑤)と同様に、茎頂は棒に巻きつかなくなり、実験開始1.5日目のつるは棒から離れた(図5)。



①そのまま ②ジベレリン ③ビーナイン ④アブサップ ⑤半切 ⑥半切+ジベレリン

図5 実験(1) 開始1.5日目:つるの棒への巻きつきと離れ

表3 実験(1)開始1.5日目:つるの棒からの離れ、つるののび

Group	棒から離れた時	棒から離れた時のつるののび (cm)
①そのまま	離れない	—
②ジベレリン	離れない	—
③ビーナイン(ジベレリン生合成阻害剤)	1.5日目	8.7
④アブサップ(ジベレリン拮抗薬)	1.5日目	8.5
⑤半切	1.5日目	7.4
⑥半切+ジベレリン	離れない	—

研究(1)の結果:

・昨年の研究結果と同様に、茎頂を半切すると、つるは棒に巻きつかなくなった(⑤)。茎頂の切断面にジベレリン液を塗ったつるは棒に巻き続けることができた(⑥)(図5)。

・茎頂を半切せずに、茎頂の先端にジベレリンを抑制する物質であるビーナイン(ジベレリン生合成阻害薬)(③)、アブサップ(ジベレリン拮抗剤)(④)を塗布すると、茎頂を半切したつる(⑤)と同様に、茎頂は棒に巻きつかなくなった(図5)。実験開始1.5日目に棒から離れた(表3)。棒から離れた後も、つるは伸長した(図6)。

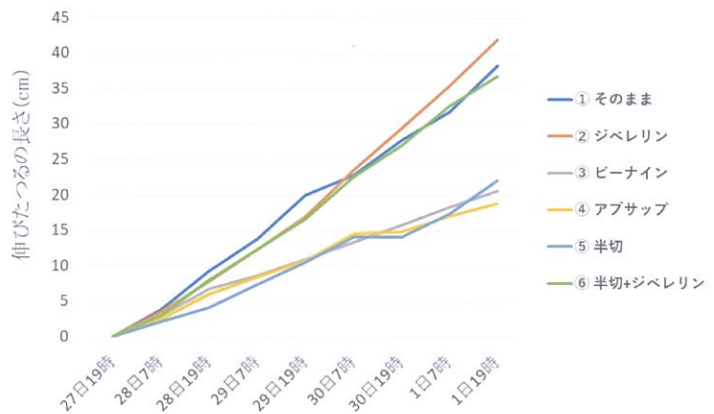


図6 棒に巻きついているつるにおける、ジベレリンとジベレリン抑制物質の影響

→**まとめ:** つるの巻きつきにはジベレリンが必要である。ジベレリンは茎頂の先端半分に存在し、あさがおの茎頂が棒に巻きつくために必要な物質である。

実験(2): つるはいつから棒に巻きつく能力を持ち始め、いつから巻きつくために必要な物質を産生し始めるのか

実験(2)-I: あさがおのつるが、自然に棒に巻きつく時のつるの長さを調べた結果は表4のようになった。

表4 あさがおのつるが、自然に棒に巻きついた時のつるの長さ

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
つるの長さ(cm)	43.0	45.5	51.4	58.2	40.7	40.8	57.5	51.3	53.0	41.0	45.0

→あさがおのつるが自然に棒に巻きつく時の長さは、**47.94±6.60cm**(平均±標準偏差)であることが分かった。

実験(2)-II: つるがいつから棒に巻きつく能力を持ち始めるのかを調べるために、茎頂が出始めて棒に巻きついていない時期のつるを用いて実験を行った結果は、表5のようになった。

★【7月2日7時:実験開始2日目】 ジベレリンを塗布したつる(②)が、35.0cmのつるの長さで棒にまきついた(表5)。

★【7月3日19時:実験開始3.5日目】 そのまま(①)、半切+ジベレリン塗布(⑥)のつるが棒にまきついた。半切+ジベレリン塗布(⑥)のつるは、最も短い長さ(32.7cm)で棒に巻きついた(図7)。



図7 実験(2)-II 開始3.5日目: つるの棒への巻きつき

表5 実験(2)-II: 棒に巻きついた時のつるの長さとう巻きつくまでの日数

Group	棒に巻きついた時のつるの長さ (cm)	巻きついた時
①そのまま	41.0	3.5 日目
②ジベレリン	35.0	2 日目

③ピーナイン(ジベレリン生合成阻害剤)	—	まきつかない
④アブサップ(ジベレリン拮抗薬)	58.5	5日目
⑤半切	52.7	6.5日目
⑥半切+ジベレリン	32.7	3.5日目

実験(2)-IIの結果:

・茎頂が出始めで、棒に巻きついていない時期の短い長さのつるであるにもかかわらず、ジベレリンを塗布後2日目に、短い長さ(35.0 cm)で棒に巻きついた(②)。そのままのつるが3.5日目に41.0 cmで棒に巻きついた(①)ことと比べると、短い時間、短い長さで棒に巻きついたことになる(図7、表5)。

・ピーナイン(ジベレリン生合成阻害薬)を塗布したつるは棒に巻きつかなかった(③)。棒に巻きつかなくてもつるは伸長した(図8)。

・アブサップ(ジベレリン拮抗剤)を塗布すると、つるが大分伸びてから(58.5cm)棒に巻きついた(④)。巻きつくまでの時間も長かった(5日目)(表5)。

・茎頂を半切したつるは、6.5日目、つるが52.7 cmまで伸びてから巻きついた(⑤)(表5)。

・半切+ジベレリン塗布したつるは、短い長さ(32.7cm)で3.5日目に棒に巻きついた(⑥)(表5)。

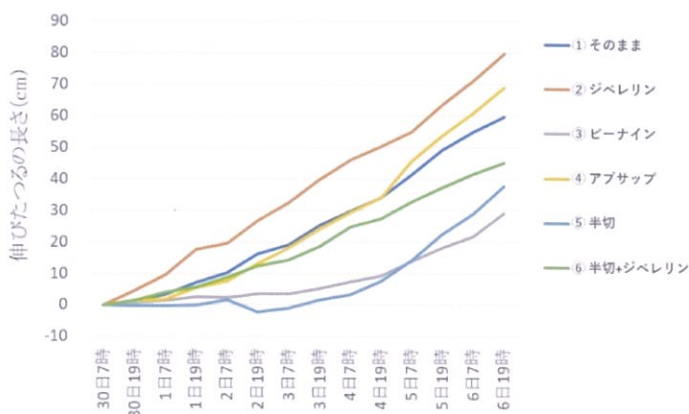


図8 茎頂が出始めのつるにおける、ジベレリンとジベレリン抑制物質の影響

→**まとめ:**茎頂が出始めで棒に巻きついていない時期のつる(つるの長さが15 cm前後)であっても、棒に巻きつく能力を持っている。ジベレリンが塗布されれば巻きつくし、ジベレリンの生合成を阻害されれば巻きつかないままとなる。この結果から、この時期のあさがおでも自分でジベレリンを産生しており、更に、茎頂はジベレリンの作用に反応して棒に巻きつける能力を持っている、ということが分かった。

新たな疑問

それでは、なぜこの時期のつるは、自然に棒に巻きつくことをしないのだろうか。ジベレリンを産生はしているが、産生量が少ないことや巻きつかせる力が弱いことなどが理由となり、つるを巻きつかせることができないのだろうか。この疑問を調べるために、次の実験(2)-IIIを進めることにした。

実験(2)-III: 茎頂が出始めで棒に巻きついていない時期のつるは、つるが棒に巻きついている時期に比べて、茎頂の先端に存在するジベレリンの量が少ない、または効力が弱いために、つるを巻きつかせることができないのだろうかという疑問を調べるための実験

棒に巻きついているつる(114.5cm)と、巻きついていないつる(18cm)の茎頂をそれぞれ半切してすりつぶし(図9)、対象のつるの茎頂に塗布して、巻きつきの能力に差があるかどうかを比較する。

この実験については、表6の通り、下記のGroupで実験を行った。

表6 実験(2)-IIIで使用したあさがお

Group	実験開始時:地面からのつるの長さ(cm)
①そのまま	16.0
②ジベレリン	10.4
③巻きついているつる○の茎頂のすりつぶし	17.3
④巻きついていないつる×の茎頂のすりつぶし	19.8
⑤ピーナイン	26.2

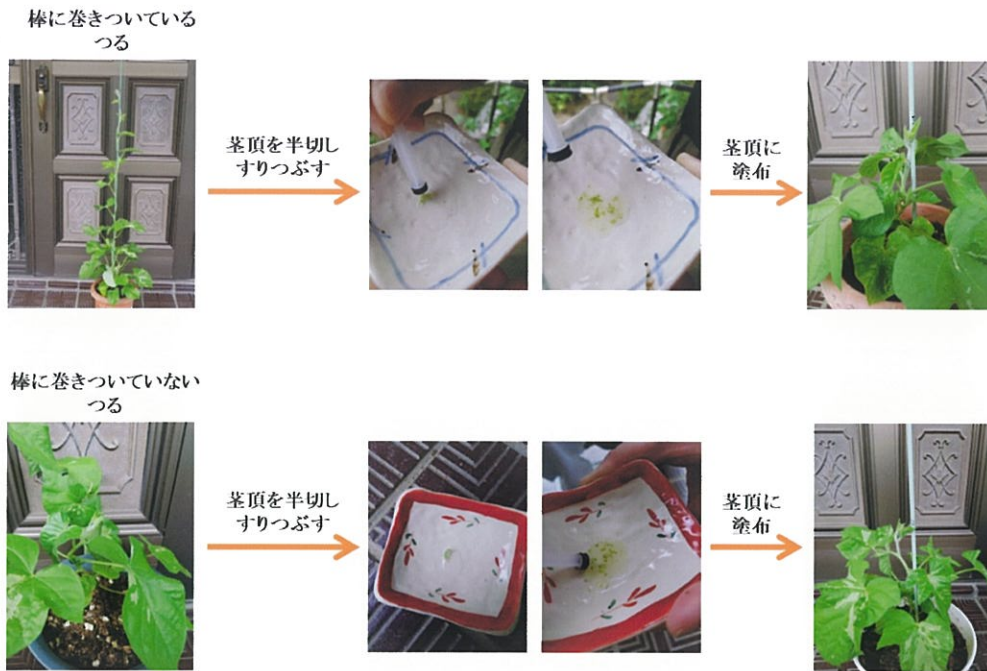


図9 実験(2)-III:茎頂の半切、すりつぶし、塗布

★【7月2日19時:実験開始】ジベレリン(②)、巻きついているつる○の茎頂のすりつぶし(③)、巻きついていないつる×の茎頂のすりつぶし(④)、ビーナイン(⑤)をそれぞれのつるの茎頂に塗布した(表6)。

★【7月5日7時:実験開始3日目】

・棒に巻きついているつる○(114.5cm)の茎頂の半切すりつぶし(③)、棒に巻きついていないつる×(18cm)の茎頂の半切すりつぶし(④)を塗布したつるは、そのままのつる(①)よりも短い長さで、短い時間で棒にまきついた。(図10)

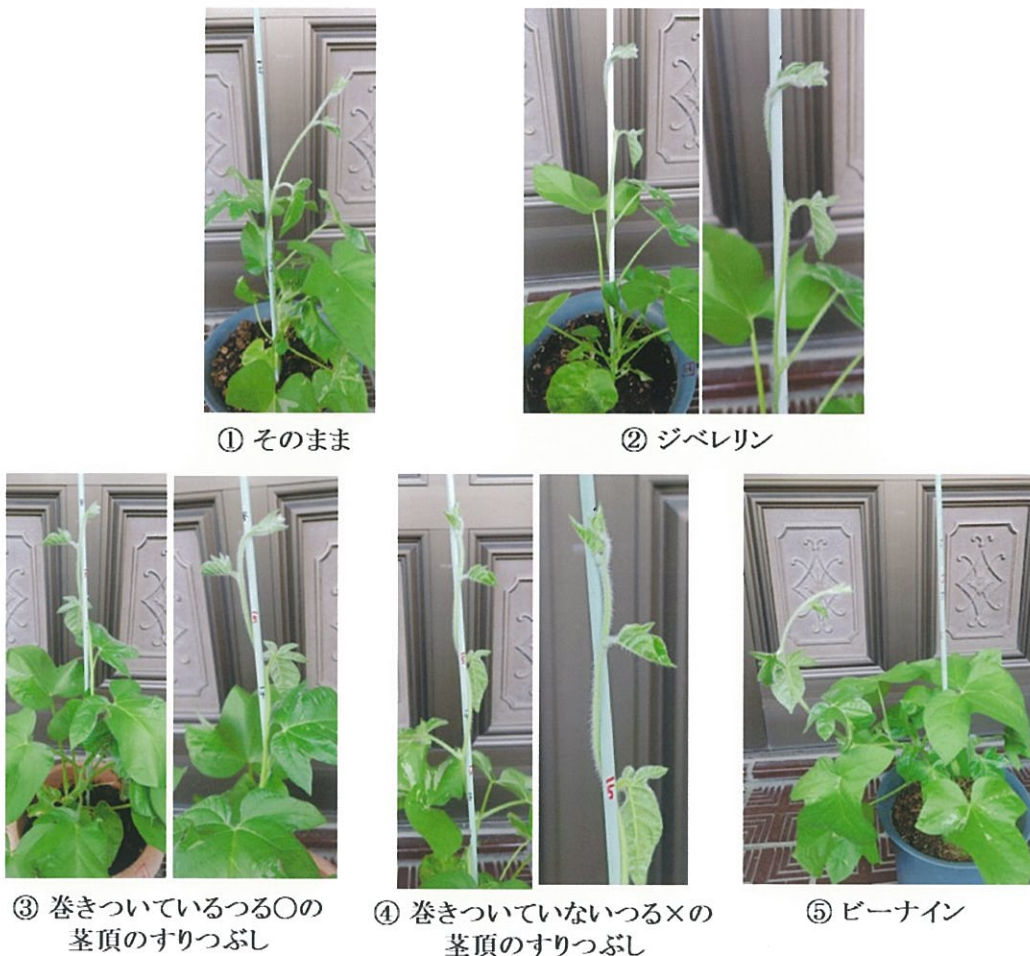


図10 実験(2)-III 実験開始3日目: つるの棒への巻きつき

表7 実験(2)-III: 棒に巻きついた時のつるの長さ(cm)と巻きつくまでの日数

Group	棒に巻きついた時のつるの長さ (cm)	巻きついた時
①そのまま	45.0	4 日目
②ジベレリン	32.6	3 日目
③巻きついているつる○の茎頂のすりつぶし	38.8	3 日目
④巻きついていないつる×の茎頂のすりつぶし	36.8	2.5 日目
⑤ビーナイン(ジベレリン生合成阻害薬)	—	巻きつかない

実験(2)-IIIの結果:

・棒に巻きついているつる○(114.5cm)の茎頂の半切すりつぶし(③)、棒に巻きついていないつる×(18cm)の茎頂の半切すりつぶし(④)を塗布したあさがおでは、棒に巻きついた時のつるの長さ、巻きつくまでの時間に差はなかった(38.8cm、3 日目 VS 36.8cm、2.5 日目)。どちらのつるも、そのままのつる(①)に比べ、短い長さで、短い時間で棒にまきついた(表7)。
 ・ジベレリンを塗布したつるは、3 日目に最も短い長さ(32.6 cm)で棒にまきついた(②)(表7)。
 ・ビーナイン(ジベレリン生合成阻害薬)を塗布したつるは棒に巻きつかなかった(⑤)(図10)。棒から離れたあともつるは伸長した(図11)。

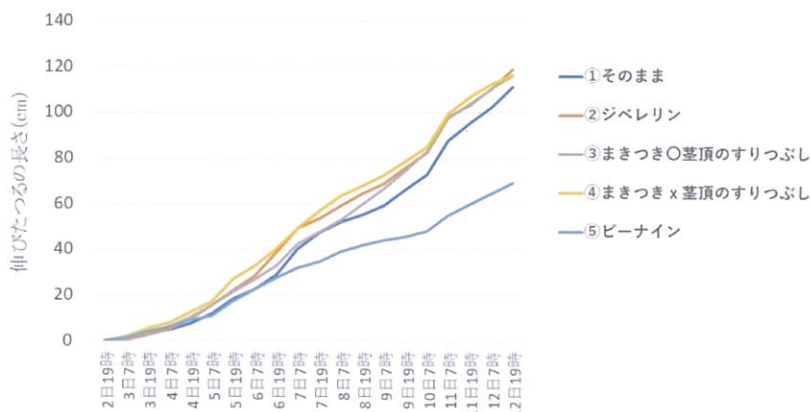


図11 茎頂が開始の時期のつるにおける、茎頂先端に発現するジベレリンの影響

→まとめ: 茎頂が開始で棒に巻きついていない時期のつるでも、茎頂の先端に存在するジベレリンには、つるを棒に巻きつかせるための十分な力があるようだ。

新たな疑問

今回、棒に巻きついているつると、棒に巻きついていないつるの茎頂の半切すりつぶしを塗布したあさがおで、巻きつきの結果に差はなかった。しかし、塗布したそれぞれのあさがおで、もともと自然に産生しているジベレリン(内生ジベレリン)が補充されて、つるを巻きつかせる力を補っていたという可能性が残る。この疑問を調べるために、次の実験(2)-IVを進めることにした。

実験(2)-IV: 茎頂の先端に存在する、もともと自然に産生している内生ジベレリンの影響をなくした上で、棒に巻きついているつると、巻きついていないつるの茎頂の先端に存在するジベレリンの、つるを巻きつかせる能力を比較する実験

棒に巻きついているつる(118.6cm)と、巻きついていないつる(20cm)の茎頂を半切してそれぞれすりつぶし、ビーナイン塗布で前処理した別のつるの茎頂に塗布して、つるを巻きつかせる能力に差があるかどうかを比較する。この実験については、表8の通り、下記のGroupで実験を行った。

表8 実験(2)-IVで使用したあさがお

Group	実験開始時: 地面からのつるの長さ (cm)
①そのまま	16.0
②ビーナイン	26.2
③ビーナイン+ジベレリン	20.5
④ビーナイン+巻きつき○の茎頂のすりつぶし	28.2
⑤ビーナイン+巻きつき×の茎頂のすりつぶし	29.2

★【7月2日 19時:実験開始】 茎頂の先端にビーナイン塗布をして前処理した後、ジベレリン(③)、巻きついているつる○の茎頂のすりつぶし(④)、巻きついていないつる×の茎頂のすりつぶし(⑤)を塗布した(表8)。

★【7月5日 19時:実験開始3日目】

・ビーナイン塗布で前処理したつるに、棒に巻きついているつる○(118.6cm)の茎頂の半切すりつぶし(④)、棒に巻きついていないつる×(20cm)の茎頂の半切すりつぶし(⑤)を塗布したつるは、実験開始2日目に、そのままのつる(①)よりも短い長さで棒にまきついた(図12、表9)。

・ビーナイン塗布のみのつるは棒に巻きつかなかったが、ビーナインで前処理してジベレリンを塗布したつる(③)は、2.5日目に40.8cmの長さで棒にまきついた(表9)。

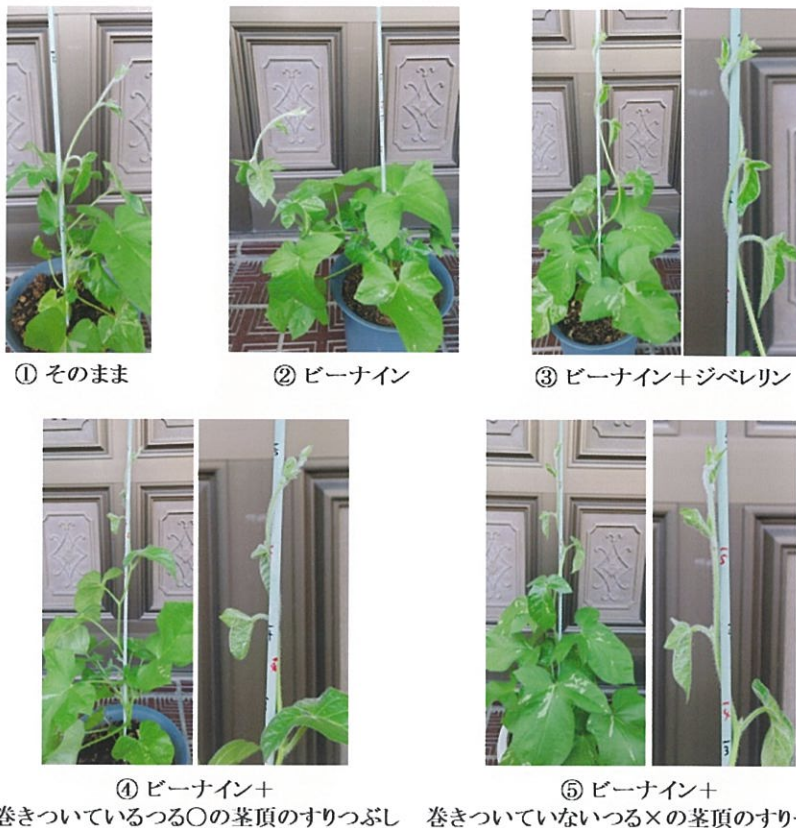


図12 実験(2)-IV 実験開始3日目:ビーナイン前処理後のつるの巻きつきの評価

表9 実験(2)-IV:棒に巻きついた時のつるの長さ(cm)と巻きつくまでの日数

Group	棒に巻きついた時のつるの長さ(cm)	巻きついた時
①そのまま	45	4日目
②ビーナイン	—	巻きつかない
③ビーナイン+ジベレリン	40.8	2.5日目
④ビーナイン+巻きつき○の茎頂のすりつぶし	39.4	2日目
⑤ビーナイン+巻きつき×の茎頂のすりつぶし	41	2日目

実験(2)-IVの結果:

・ビーナインのみを塗布したつるは棒に巻きつかなかった(②)(図12)。棒に巻きつかなくても、つるは伸長し続けた(図13)。

・ビーナイン塗布で前処理したつるにジベレリンを塗布したつる(③)は、2.5日目に40.8cmの短いつるの長さで棒に巻きついた(表9)(図12)。

・ビーナイン塗布で前処理したつるに、棒に巻きついているつる○(118.6cm)の茎頂の半切すりつぶし(④)、棒に巻きついていないつる×(20cm)の茎頂の半切すりつぶし(⑤)を塗布したあさがおでは、棒に巻きついた時のつるの長さ、巻きつくまでの時間に差はなかった(39.4cm、2日目 VS 41.0cm、2日目)(表9)。

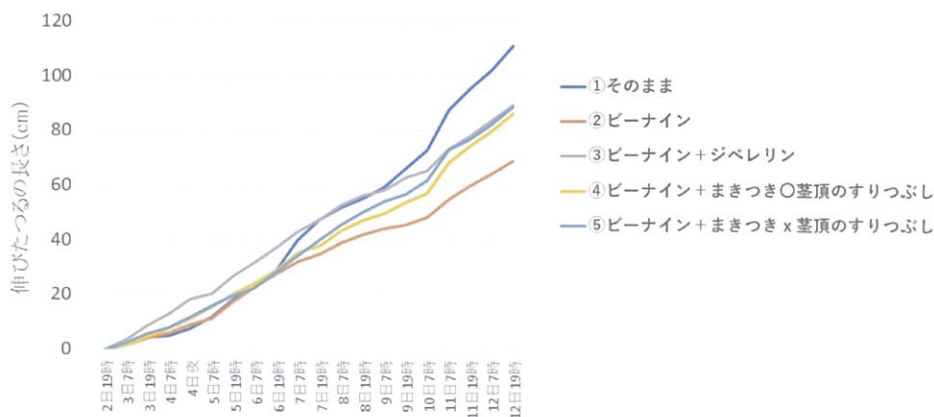


図13 茎頂が出始めのつる(ビーナイン前処理後)における、茎頂先端に発現するジベレリンの影響

→もともと自然に産生されている内生ジベレリンの影響をなくした上で、棒にまきついているつる〇と、まきついていないつる×の茎頂の先端に存在するジベレリンの、つるを巻きつかせる能力を再度比較しても、両者に差はなかった。

→**まとめ**:茎頂が出始めて棒に巻きついていない時期のつるでも、茎頂の先端に存在するジベレリンには、つるを棒に巻きつかせるための十分な力がある。

【考察】

今回の研究から、(1)あさがおの茎頂が棒に巻きつくためにはジベレリンが必要で、ジベレリンは茎頂の先端半分に存在している、(2)茎頂が出始めの時期から、あさがおは自分でジベレリンを産生し、茎頂の先端にジベレリンを貯蔵させている、ことが明らかになった。この時期に茎頂の先端に貯蔵しているジベレリンでも、つるを棒に巻きつかせるための十分な力を持っている。更に、自然に棒に巻きつく長さ(47.94±6.60cm)に至っていない時期のつる(つるの長さが30cm程度)でも、ジベレリンを塗布すれば、棒にまきつくことができる、つまり、既に巻きつく能力を持っている(図14)。

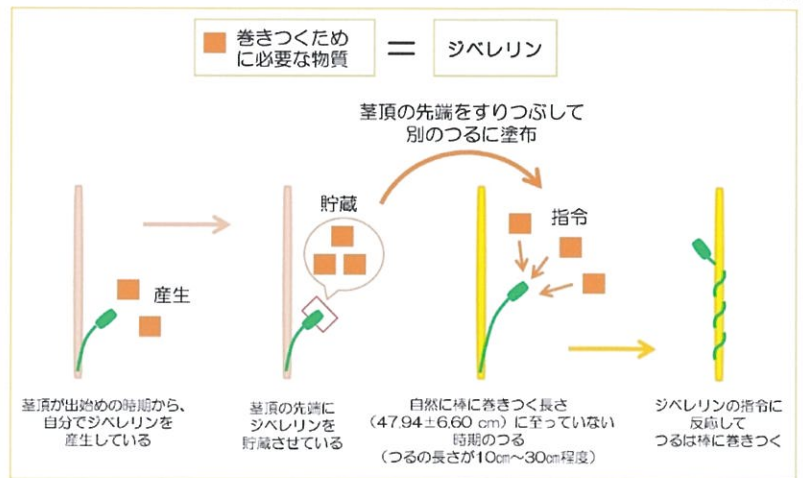


図14 つるの長さが短い時期から棒に巻きつく能力を持っている

ジベレリンには、あさがおのつるの伸長促進作用があると報告されている。ジベレリンを欠損した突然変異体は、茎が正常に伸長せず、背丈の低い木立(キダチ)というあさがおになるとのことであった(和田, アサガオの生理学)。キダチはジベレリン生合成に欠損を持っていて、内生ジベレリン含量が野生型より少なく、外からジベ

レリンを与えると、野生型と同じ背丈に回復するらしい。確かに今回の実験でも、ジベレリンを塗布すると、つるの伸びる速さは速くなり、逆に、ジベレリン生合成阻害薬であるビーナインや、ジベレリン拮抗薬であるアブサップを塗布すると、つるの伸びる速さは遅くなった。しかし、今回、実験(2)-IIで、茎頂が出始めのつるにジベレリンを塗布すると、少ない日数で棒に巻きついたのは、つるが早くに巻きつける長さまで伸びたからではない。ジベレリンを塗布したつるは、35.0cmの長さで巻きついており(半切してジベレリン塗布した場合は32.7cm)、自然につるが巻きつく長さ(47.94±6.60cm)よりも明らかに短い長さで棒に巻きついている。そのため、ジベレリン自体に、つるを巻きつかせる力があると考えた。

また、実験の中で、ビーナイン(ジベレリン生合成阻害薬)を塗布すると、つるは伸長し続けるが、棒には巻きつかなくなった。茎頂を半切すると、つるが伸びるスピードは落ちるが伸長はし続け、6.5日後になると棒に巻きついた。また、アブサップ(ジベレリン拮抗剤)を塗布すると、同様につるが伸びるスピードは落ちるが伸長はし続け、5日後になると棒に巻きついた。この結果から、茎頂に貯蔵されていたジベレリンは、半切されたり、拮抗剤を塗布されたりして作用できなくなってしまうても、茎頂の先端ではなくもっと根に近い部分でジベレリンの前駆体のようなものが産生されて、茎頂の先端に輸送されてくるので、しばらく時間が経つと、また巻きつくことができるようになるのではないかと考えた。

ビーナインは、植物のジベレリン生合成を阻害する薬剤であるが、「ビーナインが阻害するジベレリン生合成の段階は、ジベレリン生合成の後期過程である20位ならびに3位の酸化の段階であると考えられている」(ルーラル電子図書館:農業技術辞典 NAROPEDIA)とのことであった。今回の実験で、ビーナイン塗布で内生ジベレリンの生合成を抑えるとつるは巻きつかなくなったことから、もともと茎頂の先端に貯留されているジベレリンは、活性型ではなく前駆体ということになる。

一方で、今回の実験(2)-IVでは、ビーナイン塗布で前処理し内生ジベレリンの生合成を抑えたつるの茎頂に、合成ジベレリンや茎頂の半切すりつぶしを塗布すると、短時間で棒に巻きついた。茎頂の先端に貯留されている前駆体ジベレリンをすりつぶすと、合成ジベレリンと同様に対象のつるを巻きつかせることができるようになった、ということは、すりつぶすという接触刺激が、前駆体ジベレリンを活性型ジベレリンに活性化させたのかもしれないと考えた。あさがおのつるは支柱などの巻きつける他物に接触した時、接触刺激がつるが曲がる誘因になるが、そのしくみについては不明の点が多い(和田, アサガオの生理学)と報告されている。

私は小学校3年生の時の研究で、あさがおのつるが筒の中で棒がない状態で伸びていけるのかを調べたが、つる

は筒の中で約2メートルまでまっすぐ曲がらずに伸びていった。巻きつき棒がないと、つるは曲がらないと分かった(図15)。

このことから、つるは巻きつける他物に接触した時、茎頂の先端に貯留されている前駆体ジベレリンが活性型ジベレリンに活性化し、それがきっかけとなり巻きつき運動が開始されるのかもしれない、と私は考えた。

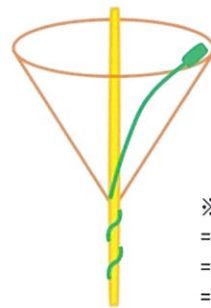
また、ビーナイン塗布で前処理することによって、あさがお自身でジベレリンを生合成できなくなっても、他から投与されたジベレリンには反応できていることから、茎頂にはジベレリンの受容体(レセプター)があり、ここに活性型ジベレリンによってスイッチが入れば、つるは巻きつきを開始することができるのだらうと考えた。



図15 あさがおのつるを筒の中で育てる実験

私は、あさがおが棒に自然に巻きつき始める地面からのつるの長さが約 50 cmの時期に、内生のジベレリンが作られて茎頂の先端に貯蔵され、棒に巻きつきやすくなるかと予想していたが、予想に反して、もっとつるの長さが短い時期(つるの長さが 10 cm~30 cm程度)でも、既に巻きつき能力を持っていることが明らかになり、とても驚いた。

私は、小学校 5 年生の時の研究で、つるが棒に巻きつき時には、自由に動けるつるの長さが平均 17.4cm 必要であることを明らかにした(図 16)。また、巻きつき運動のためには、つるが自由に動ける直径 12cm の円錐の形のスペースが必要であることも明らかにした(図 16)。この結果を踏まえると、つるの長さが 17.4 cmになれば、つるの動きの面からも、棒に巻きつける能力があるということになる。



- つるが棒に巻きつきするために
- 直径12cm の筒のスペースが必要
 - つるの長さは 17.4cm 必要
 - 円錐の体積は 約616 cm³必要

※ 円錐の体積
 $= \sqrt{(母線)^2 - (半径)^2} \times (底面積) \times 1/3$
 $= \sqrt{(17.4)^2 - (6)^2} \times (6 \times 6 \times \pi) \times 1/3$
 $= 616 \text{ cm}^3$

図16 つるが棒に巻きつきするために必要な長さやスペース

では、なぜ、つるの長さが短い早い時期のつる(17.4 cmから 47.94±6.60cm)は、棒に巻きつき能力を持っているにもかかわらず、成長して長くなるまで、自然に棒に巻きつきこうとしないのだろうか。

私は、今回の研究の結果を踏まえ、つるの巻きつきにおけるジベレリンの役割をまとめてみた(図 17)。茎頂の先端に貯蔵されている前駆体ジベレリンが、接触刺激により活性型ジベレリンになり、茎頂にあるジベレリン受容体にスイッチを入れることにより、つるは棒への巻きつきを開始すると考えた。

つるが成長して長くなるまで、この経路のどこかが停止しているのかもしれない。そして、つるが 47.94±6.60cm の長さになると、停止が解除されるようなきっかけがあり、経路が進み、つるは巻き付きを開始するのではないかと。

今後は、この仮説について、更に研究を進めて検証していきたい。

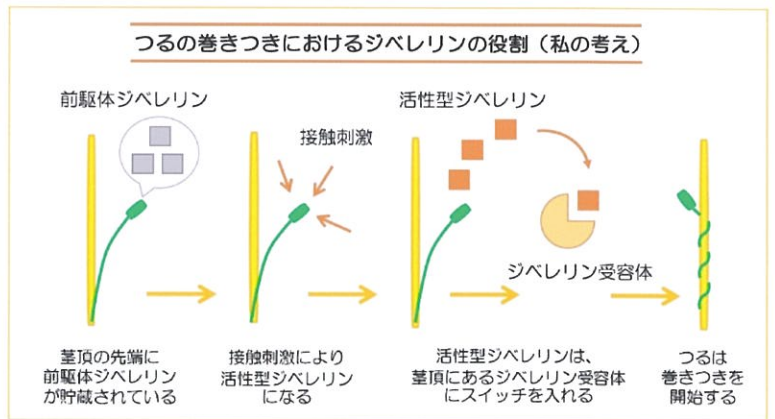


図17 つるの巻きつきにおけるジベレリンの役割

【参考文献】

- ルーラル電子図書館—農業技術事典 NAROPEDIA
- 染谷信孝, 新沼 協, 山口勇, 濱本 宏 (2005) 植物の回旋運動 植物化学調節学会 Vol. 40. No. 1. 83-89.
- アサガオの生理学 <https://www.sc.niigata-u.ac.jp/biologyindex/wada/>: 新潟大学理学部生物学科教授 和田清俊先生作成
- 笠原博幸 植物におけるオーキシンの生合成とその調節機構. 化学と生物 Vol. 55, No.7, 2017.

【謝辞】本研究にて、論文作成にあたりご指導下さった福島大学附属中学校 関本慶太先生に深く感謝申し上げます。