

障害物に接したときに植物が見せる挙動

兵庫県立宝塚北高等学校 グローバルサイエンス科 原野紗耶加 土井ひなた

背景

植物がアスファルトを突き破る様子に興味を持つ
↓
茎や生長点の力・上方向に進む力の計測の研究がない
↓

硬度計を用い**植物が突き破る寒天の限界硬度を特定**する
突き破らなかった個体について、その要因を調べる



図1:植物がアスファルトを突き破る様子

予備実験

植物の突き破る硬度には限界があるか

カイワレ大根の種子(1カップ10個体)と
豆苗の種子(1カップ6個体)を
濡らしたティッシュペーパーの上に置き、
その上に寒天を厚さ1cmにして乗せる
↓

- ・ 1日1回灌水
- ・ 植物の寒天に対する挙動を観察
- ・ 使用する寒天の濃度は
1.60g/L,3.33g/L,6.67g/L,13.3g/L,20.0g/L,26.7g/L
の6つに設定

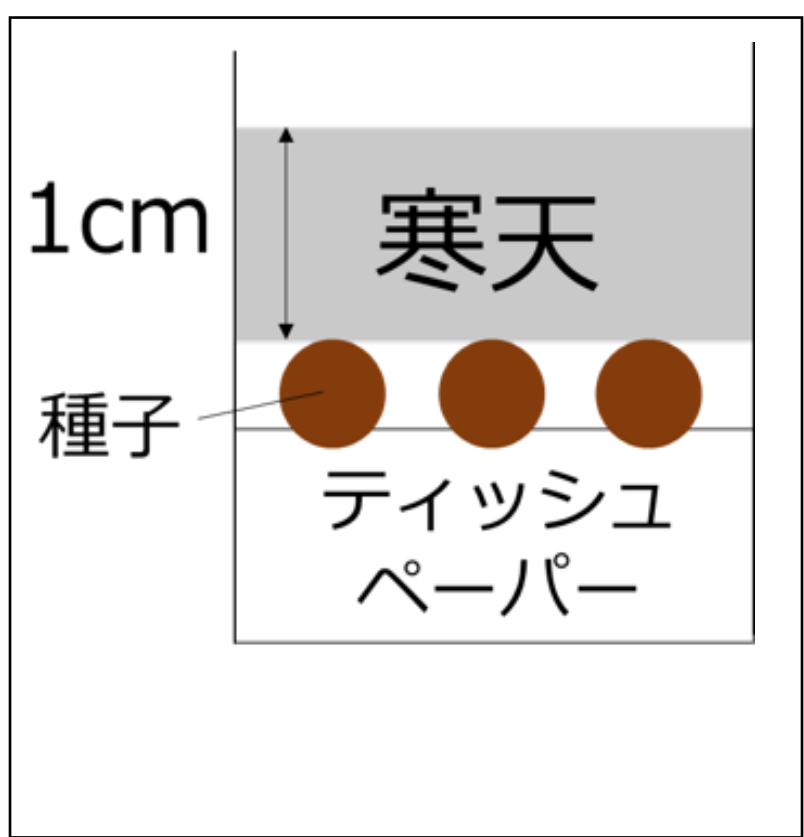


図2:実験の模式図

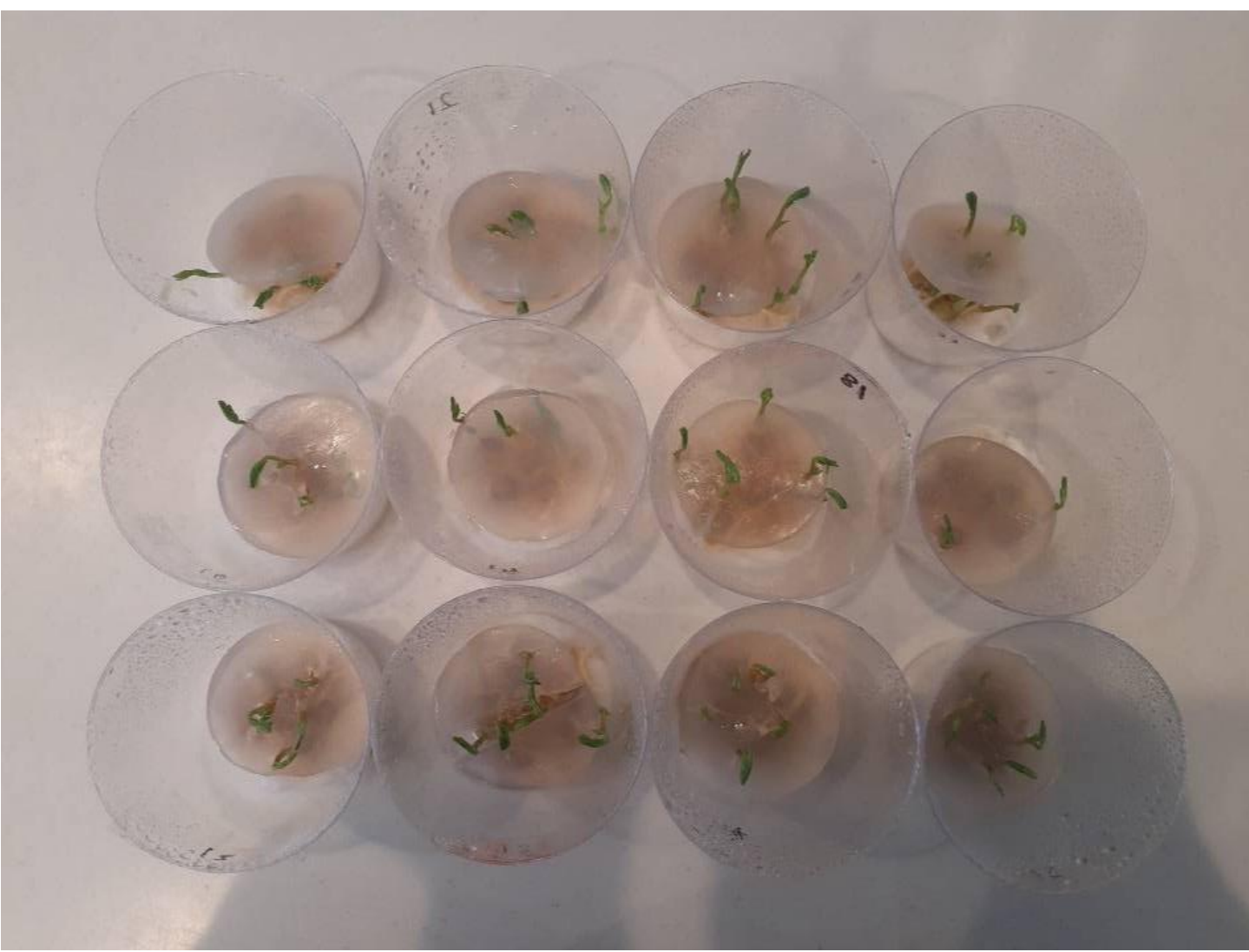


図3：予備実験1の様子(右:カイワレ大根 左:豆苗)

結果

寒天濃度 (g/L)	カイワレ大根			豆苗		
	突き破る	持ち上げる	別方向成長	突き破る	持ち上げる	別方向成長
1.60	-	-	-	-	-	-
3.33	○	-	-	○	-	-
6.67	○	-	-	○	-	-
13.3	○	-	-	○	-	-
20.0	-	○	-	△	△	○
26.7	-	○	-	-	○	○

図4: 寒天の濃度と植物試料の状態
(○:作用した △:作用しなかったが近い結果が出た -:作用しなかった)

カイワレ大根、豆苗ともに
濃度3.33g/L～13.3g/Lまでは寒天を突き破ったが
濃度20.0g/L,26.7g/Lでは寒天を突き破らなかった
(20.0g/Lの豆苗では約0.5cm突き破った個体を確認できた)

実験 1

1個体あたりの力はどうなるか

1個体あたりの成長過程の力を調べたい



- ・ 予備実験と同様の方法で実験を行う
- ・ **1個体ずつ**で実験
- ・ 植物が寒天を突き破った時点で、
寒天の硬度を硬度計を用いて計測



図5: 硬度計



図6:実験1の様子 左:カイワレ大根 右:豆苗

結果

カイワレ大根				豆苗			
硬度(N)	突き破る	持ち上げる	別方向成長	硬度(N)	突き破る	持ち上げる	別方向成長
2.2	○	-	-	2.34	△	-	-
2.21	○	-	-	2.63	○	-	-
3.23	○	-	-	3.58	○	-	-
2.53	○	-	-	3.01	○	-	-
2.39	○	-	-	3.44	○	-	-
3.72	○	-	-	4.55	-	-	○
4.06	○	-	-	4.21	○	-	-
4.55	△	△	-	4.58	○	-	-
4.14	-	-	○	4.32	-	△	△
5.17	△	△	-	5.77	-	△	△
5.92	-	-	○	5.85	○	-	-
8.7	-	○	-	8.81	※	※	※

図7: 寒天の硬度と植物試料の状態
(○:作用した △:作用しなかったが近い結果が出た -:作用しなかった)

カイワレ大根

突き破る硬度は4.06Nまでであった
硬度4.55Nから突き破らなかった

豆苗

今回は突き破る硬度の上限値を特定出来なかった

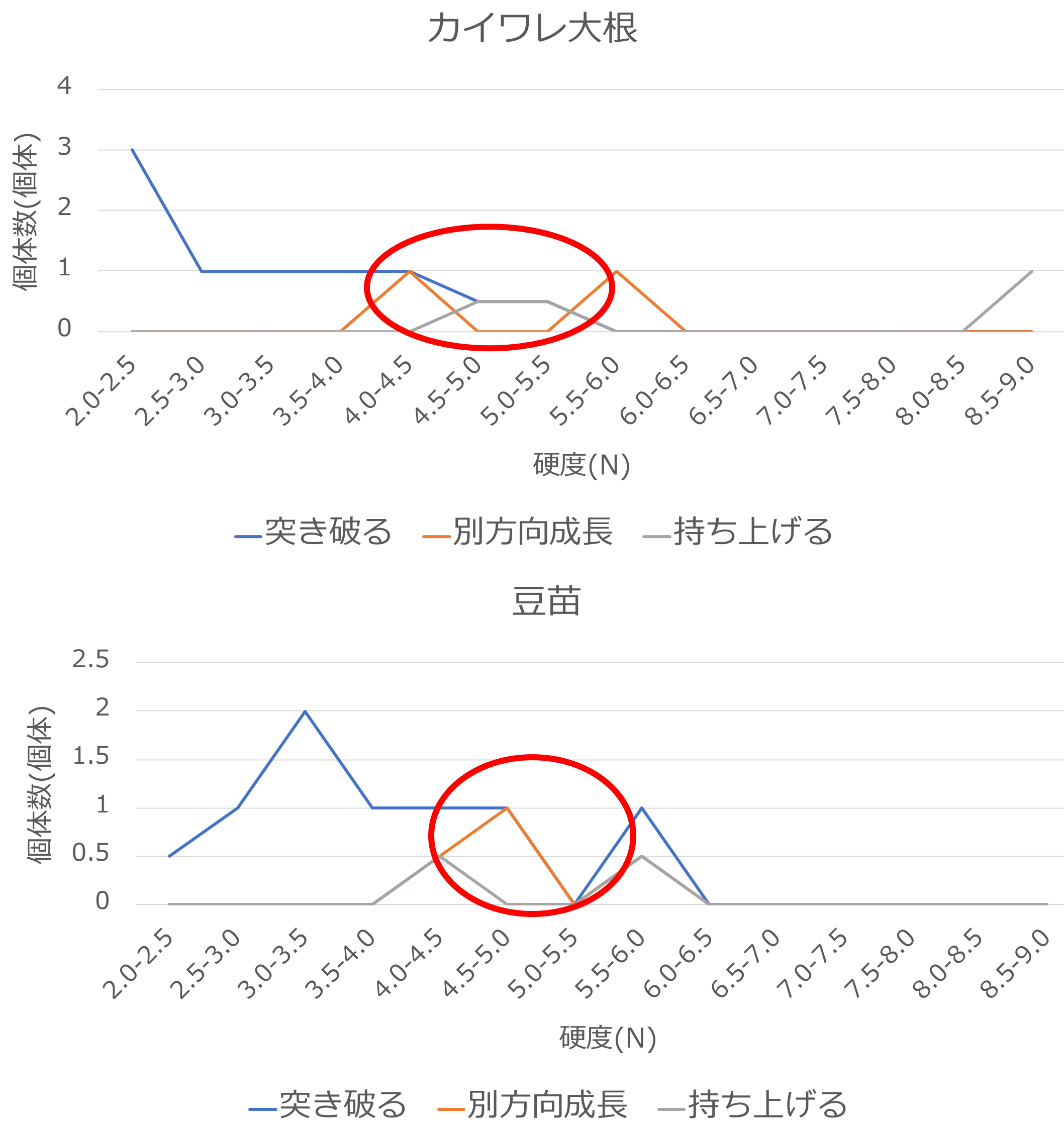


図8:寒天の硬度と植物の挙動のグラフ
(上:カイワレ大根 下:豆苗) ○:植物の挙動に違いが出る境目の範囲

実験2

寒天自体を重くすることで、持ち上げる個体を無くす

持ち上げる個体を無くし、
突き破る個体と別方向に成長する個体で比較したい

- 実験1と同様の方法で実験を行う
- 寒天を大きく、重くする(約20gから約60gの寒天に変更)
- 植物試料を育てる環境を一定に保つ
(温度26度、光照射6:00-18:00のインキュベーター内)



図9:インキュベーター



図10:実験2の様子

結果

カイワレ大根				豆苗			
硬度(N)	突き破る	持ち上げる	別方向成長	硬度(N)	突き破る	持ち上げる	別方向成長
7.24	-	-	○	8.67	○	-	-
8.4	○	-	-	9.03	○	-	-
8.87	○	-	-	9.13	○	-	-
8.96	○	-	-	9.18	○	-	-
8.98	○	-	-	9.36	-	-	○
9.3	○	-	-	9.4	○	-	-
9.36	-	-	○	9.53	○	-	-
9.46	○	-	-	9.75	○	-	-
9.59	-	-	○	9.92	-	-	○
9.8	○	-	-	10	○	-	-
9.88	○	-	-	10.09	○	-	-
9.95	○	-	-	10.11	○	-	-
10	-	-	○	10.41	-	○	-
10.25	-	-	○	10.46	○	-	-
10.58	-	-	○	10.72	○	-	-
10.7	○	-	-	10.78	○	-	-
10.73	○	-	-	10.92	○	-	-
10.89	-	-	○	10.98	○	-	-
11.03	-	-	○	10.99	○	-	-
11.21	○	-	-	11.36	○	-	-
11.29	-	-	○	11.38	-	-	○
13.7	-	-	○	11.46	○	-	-
13.9	-	-	○				

図11: 寒天の硬度と植物試料の状態 (○:作用した -:作用しなかった)

カイワレ大根

濃度が低いほど突き破りやすい傾向にあり
濃度が高いほど別方向に成長しやすい傾向にあった

豆苗

今回は突き破る硬度についての傾向を掴めなかった

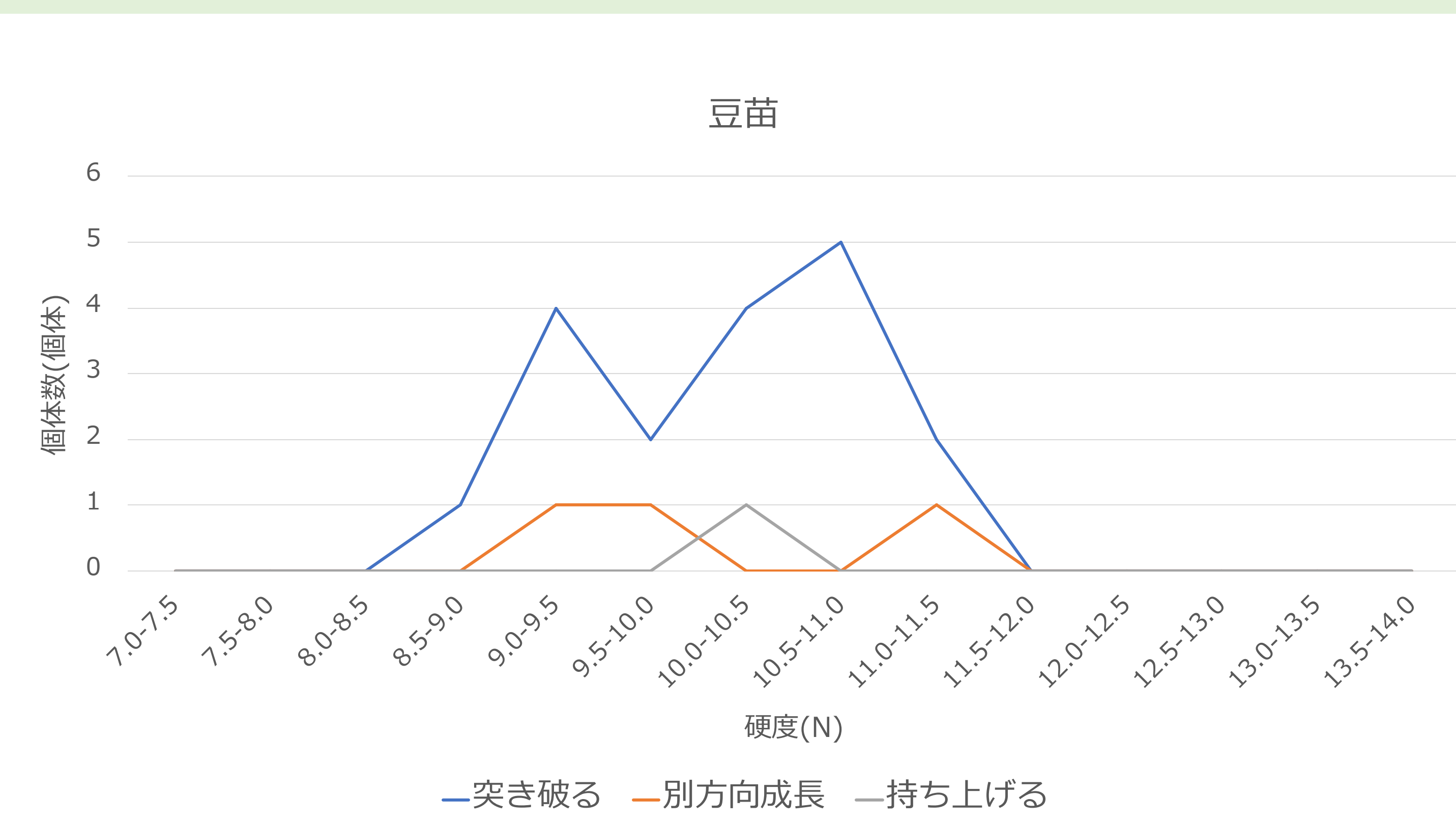
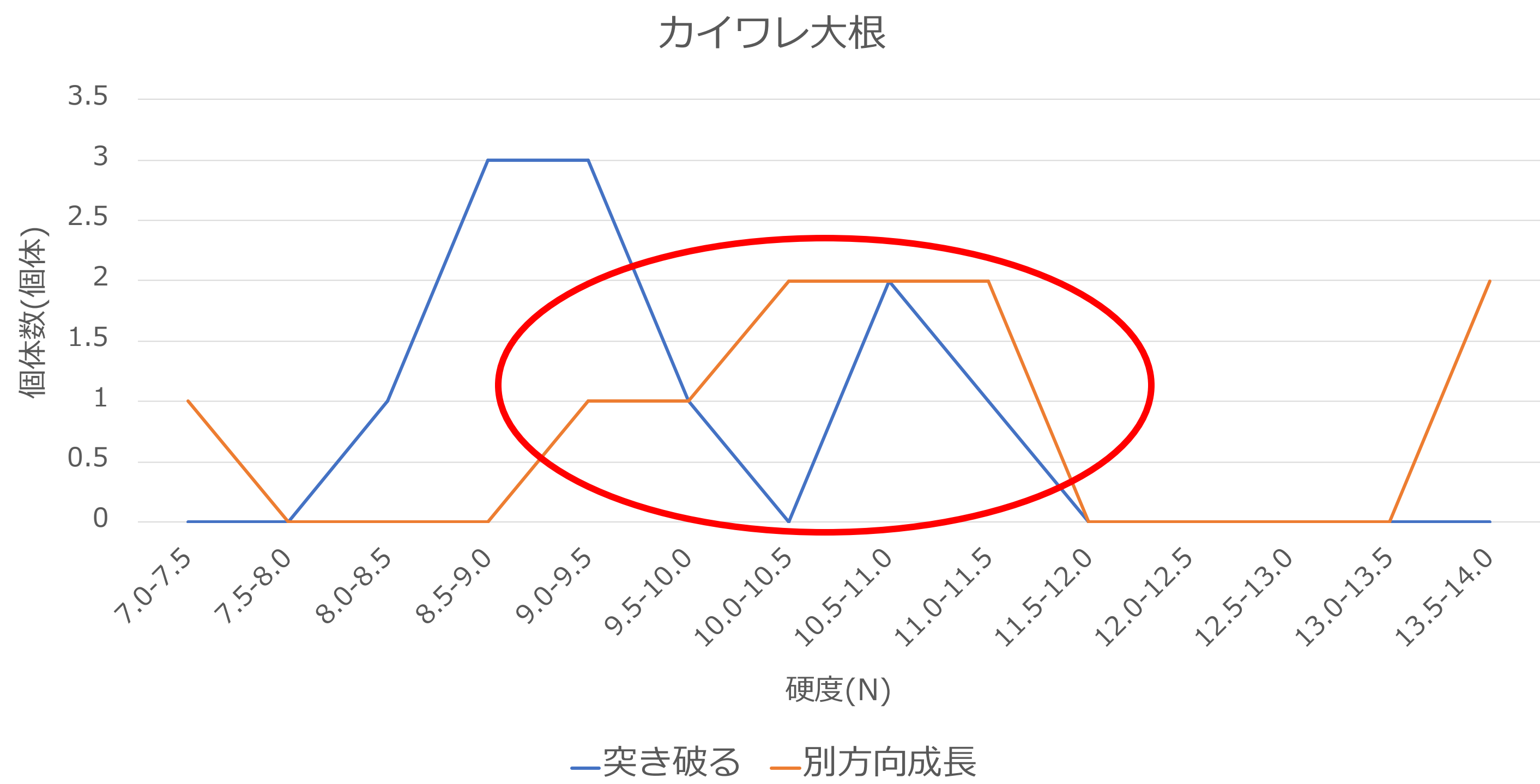


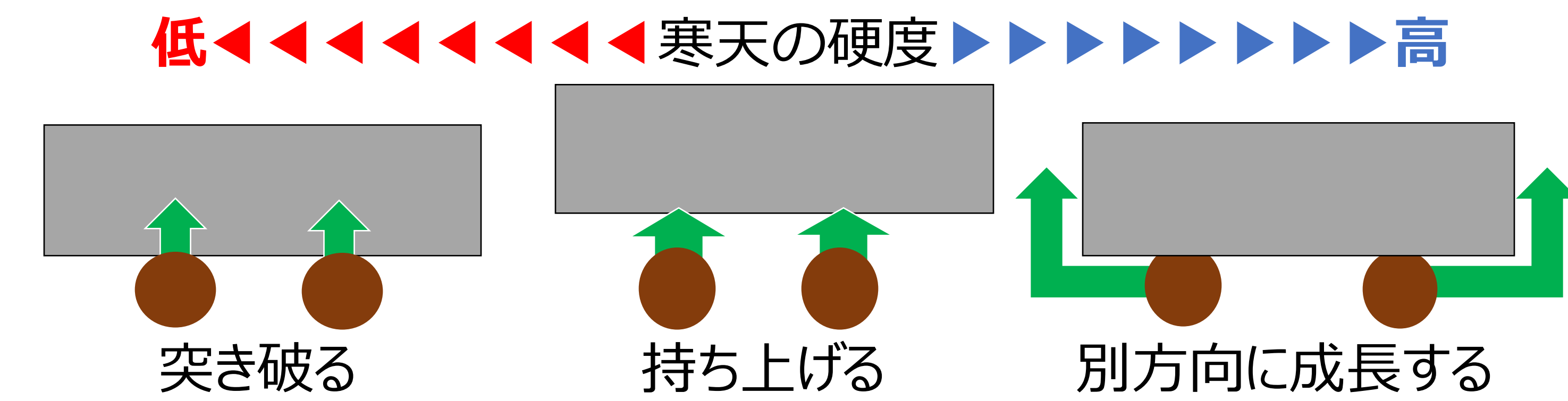
図12:寒天硬度と植物の挙動のグラフ
(左下:カイワレ大根 右上:豆苗) ○:植物の挙動に違いが出る境目の範囲

考察

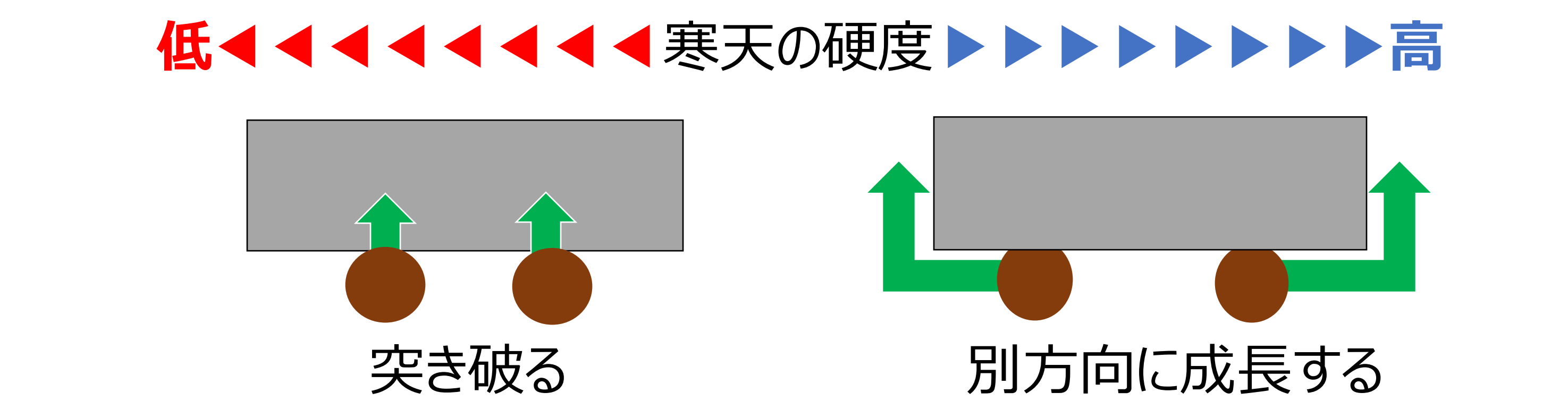
- 予備実験において1.60g/Lは発芽しなかった
→寒天の濃度が低く、種子とティッシュペーパーの間に寒天が沈み込み、酸素が種子に十分に供給されなかった
- 実験1の結果のカイワレ大根は寒天の硬度がある値以上になると寒天を突き破らなくなった
→植物の茎頂が突き破る寒天の硬度には上限がある
(豆苗については上限値が特定出来ていない)
- 実験2の結果から、突き破る個体の割合が大きいときの硬度より別方向に成長する個体の割合が大きい時の硬度の方が高くなった
→硬度が低いと突き破り、硬度が高いと別方向に成長する
- 実験2において、別方向に成長しながら茎が螺旋状に巻いているものがあった(その後突き破ることは無かった)
→障害物である寒天が大きいために、別方向に成長しながら突き破ることができる位置を探していたのでは

植物の成長モデル

①上部の障害物が軽いとき(予備実験、実験1:約20グラム)



②上部の障害物が重いとき(実験2:約60グラム)



参考文献

- 鈴木孝仁 監修"三訂版 フォトサイエンス 生物図録"数研出版 (2016)
- 石原沙織 田中享二 大本類植物根としてのサクラの根の肥大力和肥大量の測定(2005)
- 益守眞也 硬い土壌と根の成長(2001)
- 山崎勇輝 秋田絵理 岡野和宣 細川陽一郎 原子間力顕微鏡法を用いた植物細胞の力学計測(2021)
- 天野景敏 牧恒雄 植物によるアスファルト舗装の破壊と対策工法について(1987)