

小麦粉や片栗粉を用いたデンプン糊の接着力と濃度の関係

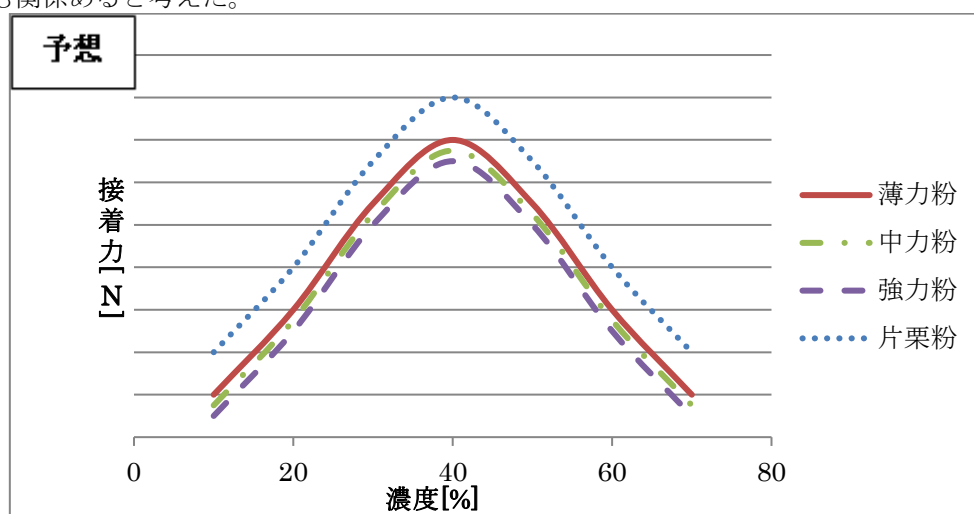
近藤 早紀 林 千翔 堀 由樹

A. 研究目的

でんぷん糊は合成接着剤のように人間に有害な化学物質を使っておらず、安全なので、幼児の工作の際などに使用されている。しかし、合成接着剤の接着力は調べられているのに対し、でんぷん糊の接着力については詳しく調べられていない。合成接着剤と違い、でんぷん糊で接着したものは高校生の力でも剥がせることができ、また、デンプン糊は小麦粉や米粉などから作ることができる。そこで、小麦粉などと水との混合比や、実験で使用する粉の成分の違いでどのように接着力が変わるのか、どれくらいが接着力の限界なのかを調べることにした。

B. 仮説と期待する結果

溶質の割合が大きくなるほど、でんぷんの量が多くなり接着力が徐々に大きくなるが、ある割合を過ぎると、水分がなくなるので、接着力は徐々に小さくなると予想した。また薄力粉が一番、糊化に必要なでんぷんを含む炭水化物の含有量が多いので、接着力が大きくなると考えた。片栗粉はでんぷんだけで出来ているので、小麦粉で作ったものより接着力が大きくなると考えた。また、実際に糊を作ってみて、濃度が小さいときには10%、濃度が大きいときには70%が接着力の限界だと予想した。また、接着の原理には、機械的結合、物理的相互結合、化学的相互結合の3つがあり、私たちの実験では、材料表面の孔や谷間に接着剤が入り込んで固まって接着ができる、機械的相互結合が最も関係あると考えた。



C. 研究方法

1. 実験器具 カセンサー (50N まで測ることができる)×4, DataStudio(コンピューターソフト)
金属のフック, ロープ, 鉄の棒, 木片 (3cm×3cm 実験数×2), 小麦粉(薄力粉、中力粉、強力粉)
片栗粉, ビーカー, ガスバーナー, 三脚, 万力

2. 実験方法

・でんぷん糊をつくる

- I 実験で使用する粉と水を量り取る。
- II 溶液をよくかき混ぜ、でんぷんの結晶構造を壊すために5分間放置する。
- III ガスバーナーで溶液が沸騰するまで加熱する。

・接着する

- I 出来た糊を乾燥しないうちに木片に均一に塗る。
- II 2つの木片を貼りあわせ、万力でプレスする。
- III 1kgのおもりをのせ、一週間放置する。

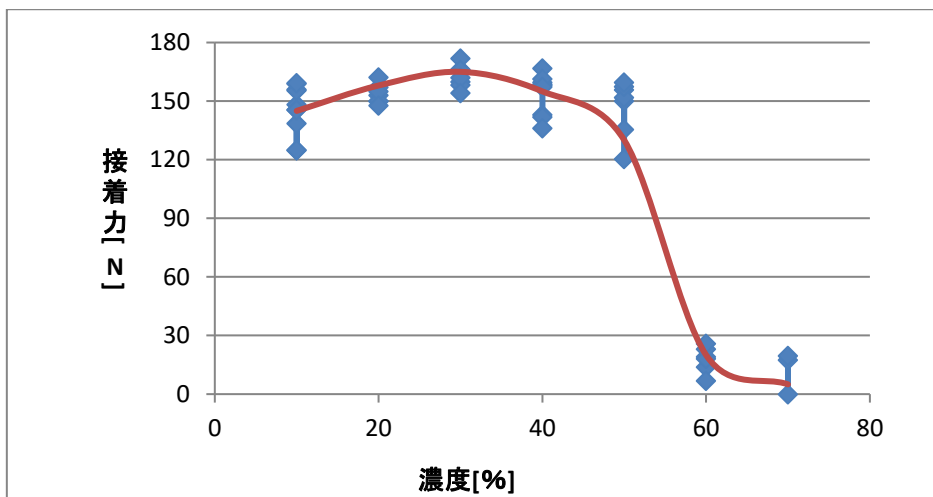
・接着力を調べる

- I 接着した木片に金属のフックを付け、机にくくりつけた針金に片方のフックを掛ける。
- II もう一方のフックに力センサー4つを一直線になるように手で引っ張る。
- III DataStudio を使用して剥がれたときにかかった力を調べる。
- IV それぞれの実験を5回繰り返す。



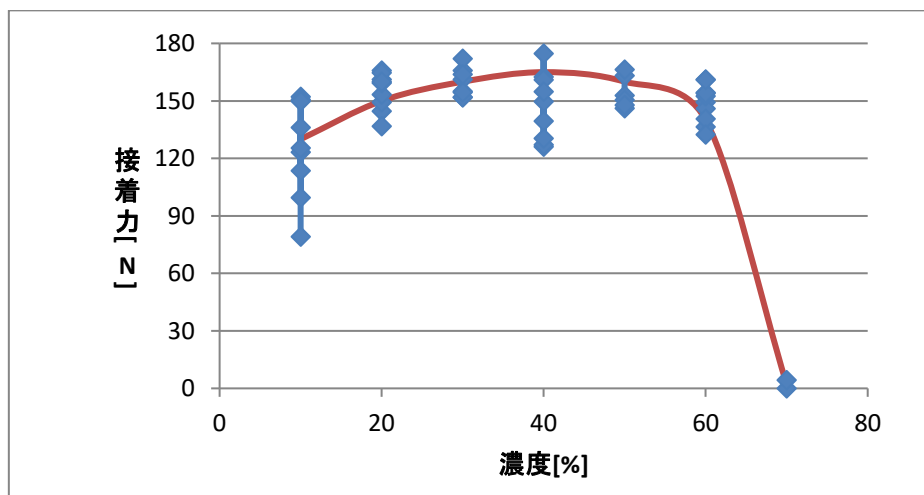
D. 得られた結果

薄力粉のグラフ



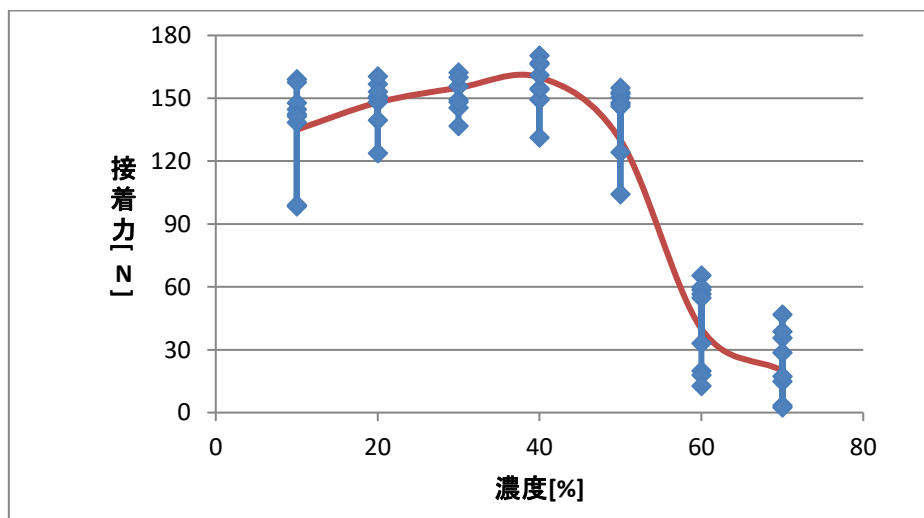
10%~30%になるまで接着力がなめらかに上がっていき、30%~50%は接着力がなめらかに下がり、50%からは急激に接着力が落ち、60%ではほとんど接着力がなく、70%にはほぼ0になる。

中力粉のグラフ



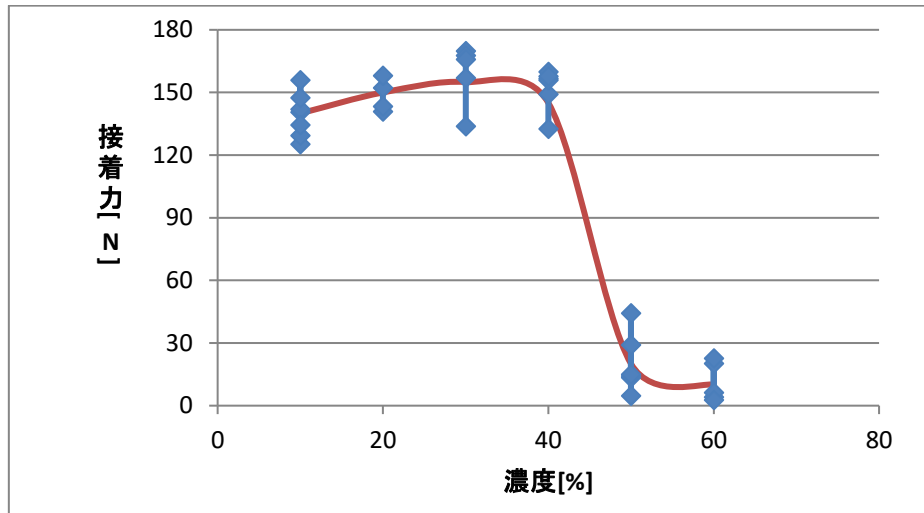
薄力粉とは違い10%~40%でなめらかに接着力が上がり、40%~60%でなめらかに接着力が下がり、60%から急激に接着力が下がり始め、70%で0になる。

強力粉のグラフ



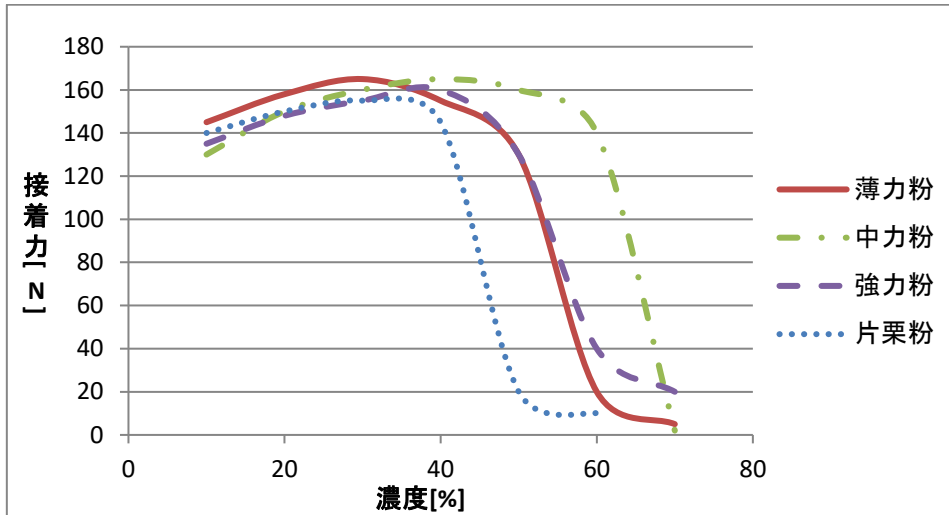
中力粉と同様に10%~40%まではなめらかに上がり、40%~50%までなめらかに接着力が下がり、50%~60%まで急激に下がり、60%~70%でなめらかに下がる。70%でもわずかに接着力があることが分かる。

片栗粉のグラフ



10%~30%までなめらかに接着力が上がり、40%で少し落ち、40%~50%で急激に落ち、60%ではほとんど接着力がなく、70%の接着力は0になる。

薄力粉、中力粉、強力粉、片栗粉のグラフを重ねたもの



どの糊も30%~40%のときに接着力が一番強くなり、また片栗粉は50%、薄力粉、強力粉では60%、中力粉は70%で急に接着力が弱くなるのが分かる。

E. 考察

この実験で得られたグラフは仮説とは違い、溶質の質量パーセント濃度が10%~40%の範囲において、予想のような極端な変化は見られなかった。もっとも接着力が強くなるのは30%~40%のときであった。これは加熱後の糊の粘り気が強いことや、糊と木のなじみが良いことによるものである。最大となる質量パーセント濃度の値を境として、濃度が低くなるにつれて徐々に接着力が弱くなり、濃度が高くなると徐々に接着力が弱くなった。また、濃度を高くしたときには急激に接着力が弱くなる点が見られた。薄力粉と強力粉は60%、中力粉は70%、片栗粉は50%で急激に接着力が弱くなる。これはデンプンの糊化には溶質に対して、30%以上の水分が必要であると言われていることが関係していると考えられる。10%まで濃度を下げたときには、濃度を上げたときに見られたほど極端に接着力が下がるという現象は見られなかった。濃度が下がるということは糊化するデンプンの量が減少するということであるため接着力が急激に下がる点が10%未満の範囲にあると考えられる。またデンプンだけで作られている片栗粉は、小麦粉で作った他の糊よりも低い濃度で接着力が急激に弱くなった。このことから接着力にはタンパク質の影響が大きいと考えられる。

F. 結論

小麦粉を使用した糊は、特定の濃度で強い接着力を発揮することが分かった。ただし、これは木に対する接着力である。木に対しては市販のデンプン糊よりも強い接着力を示した。また、本研究ではデンプンと接着力の関係について研究していたが、小麦粉で作った糊ではタンパク質による接着力への影響が大きいことが分かった。

小麦粉だけで作った糊は、現在市販されている糊よりも接着力が強く、安全な糊として活用できないかと考えた。しかし、防腐剤のような成分が全く含まれていないため腐敗するのが速いことが分かったため現状では利用は難しい。

G. 謝辞

御指導いただいた伊賀史朗先生、木材を提供していただいた白井先輩のご家族に厚く御礼申し上げます。

H. 参考文献

デンプンの糊化とその概要 食品科学便覧、共立出版（株）
ebw.eng-book.com/pdfs/0cdc8afcb0c7d79365143ce49628b77c.pdf