

自作の練り消しゴム総選挙！

—市販の練り消しゴムを超えるのはどれ？—

茨城県立並木中等教育学校

3年次 池田 隼都 上井 開斗 折原 遼士

1. 研究の動機

昨年の研究で消しゴムの削りカス（以下、消しカス）に、スライムやアクリル絵具、ハンドソープを配合して練り消しゴムを自作し、伸長性と消字力を比較したところ、伸長性はスライムを配合した場合に最も高く、消字力はハンドソープを配合した場合に最も向上した。しかし、昨年の自由研究では、1種類の消しゴムのみの実験だったため、消しカスから作る練り消しゴムの伸長性や消字力が、消しゴムの違いによってどのように異なるのか不明だった。また、昨年の研究では、市販の練り消しゴムとの比較をしていないため、消しカスから作る練り消しゴムの実用性についても課題が残った。

2. 研究の目的

消しカスにスライムを配合して作る練り消しゴムの性能が、消しゴムの違いによってどのように異なるのかを調べるとともに、市販の練り消しゴムと比較して、その実用性を検証することとした。

3. 研究の仮説

仮説1：消しゴムの違いによって、練り消しゴムの伸長性と消字力は異なる。

仮説2：いずれの消しゴムもスライムの配合量に比例して伸長性は増加するが、配合量が一定量を超えると伸長性は低下する。

仮説3：消しゴムによっては、市販の練り消しゴムよりも伸長性が高い消しゴムがある。

仮説4：いずれの消しゴムもスライムの配合量に比例して消字力は向上するが、配合量が一定量を超えると消字力は低下する。

仮説5：市販の練り消しゴムよりも消字力が高い消しゴムがある。

4. 研究の方法

1) 実験対象の消しゴム

実験には、1種類の練り消しゴムと6種類の消しゴムを用いた。（図1）



図1 実験に使用した消しゴム

2) 実験の手順

(1) 市販の練り消しゴムの伸長性と消字力の測定

比較対照のため市販の練り消しゴム①10gの伸長性と消字力を調べる。練り消しゴム①を両手でつまんで引き伸ばし、切れる寸前の長さを巻き尺で測る。2B鉛筆で塗りつぶした1cm×1cmのマス目を、団子状に丸めた練り消しゴム①で、タッピングし、マス目が白くなるまでの回数を数える。

(2) スライムを配合した練り消しゴムの伸長性と消字力の測定

洗濯のり150gにホウ砂水24gを混ぜてスライムを作る。消しゴムを紙にこすって消しカスを10g作り、ラップに包んで電子レンジで10～20秒加熱（500W）してから、団子状に練って練り消しゴムにする。練り消しゴムにスライムを1.0g加え、電子レンジで10～20秒加熱（500W）してから団子状に丸める。練り消しゴムを両指でつまんで引き伸ばし、切れる寸前の長さを巻き尺で測る。2B鉛筆で塗りつぶした1cm×1cmのマス目を、練り消しゴ

ムで繰り返しタッピングする。マス目が白くなるまでのタッピング回数を数える。スライムの量を 1.0g ずつ増やして伸長性が低下するまで繰り返し実験を行う。

5. 研究の結果

1) 各練り消しゴムの結果

練り消しゴム①の伸長性は 133mm、消字力は 10 回だった。

図 2 に消しゴム②から作った練り消しゴムの伸長性と消字力を示す。消しゴム②の伸長性は、スライム配合量 1g ~9g まで増加し、1,455mm に達したが、10g からは低下した。比較対照の練り消しゴム①より伸長性が増したのは、スライム配合量 6g 以上からであった。消字力は、スライム配合量 1g~8g までは向上したが、9g で低下傾向を示し、10g で最も消字力が向上し、11g で再び低下した。しかし、いずれのスライム配合量でも、練り消しゴム①より高い消字力を示すことはなかった。

図 3 に消しゴム③から作った練り消しゴムの伸長性と消字力を示す。消しゴム③は、スライム配合量 1g~3g までは、消しカスがまとまらず練り消しゴムにならなかったため、伸長性と消字力は測定不能だった。消しゴム③が練り消しゴムになったのは、スライム配合量 4g からであり、伸長性はスライム配合量 4g~9g までは増加し、1,668mm まで達した。しかし、スライム配合量 10g 以降は、伸長性が低下した。比較対照の練り消しゴム①より伸長性が増したのは、スライム配合量 5g 以上からであった。消字力は、スライム配合量 4g~9g までは向上したが、10g 以降は低下した。最も消字力が向上したのは、スライム配合量 9g の時であったが、練り消しゴム①より高い消字力を示すことはなかった。

図 4 に消しゴム④から作った練り消しゴムの伸長性と消字力を示す。消しゴム④は、スライム配合量 1g~3g までは、消しカスがまとまらず練り消しゴムにならなかったため、伸長性と消字力は測定不能だった。消しゴム④が練り消しゴムになったのは、スライム配合量 4g からであり、伸長性はスライム配合量 4g~9g までは増加し、その後、低下した。しかし、いずれのスライム配合量においても、比較対照の練り消しゴム①の伸長性を上回ることはなかった。消字力は、スライム配合量 4g~6g までは向上したが、7g 以降は低下傾向を示した。最も消字力が向上したのは、スライム配合量 6g と 7g の時だった。練り消しゴム①との比較では、いずれのスライム配合量においても、消字力は、消しゴム④の方が高かった。

図 5 に消しゴム⑤から作った練り消しゴムの伸長性と消字力を示す。消しゴム⑤の伸長性は、スライム配合量 1g ~8g までは増加し、137mm まで達したが、9g からは低下した。練り消しゴム①との比較では、スライム配合量 8g の時に同程度の伸長性であった。消字力は、スライム配合量 1g~4g までは低下したが、5g からは向上し、8g 以降は練り消しゴム①の消字力を上回っていた。

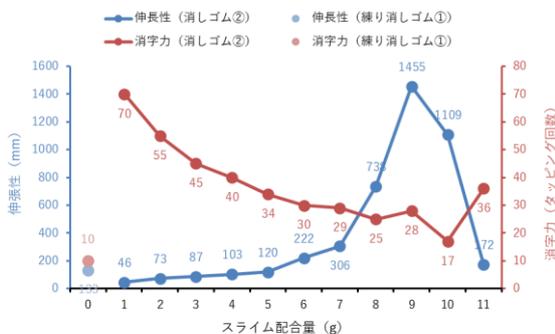


図 2 消しゴム②の伸長性と消字力

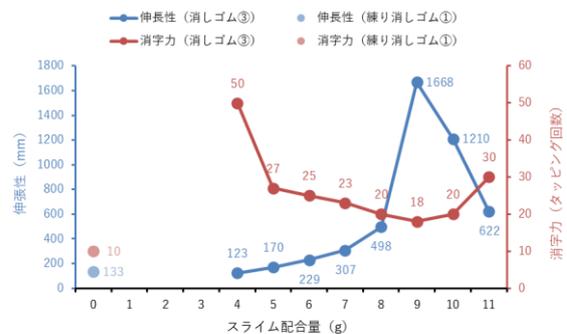


図 3 消しゴム③の伸長性と消字力

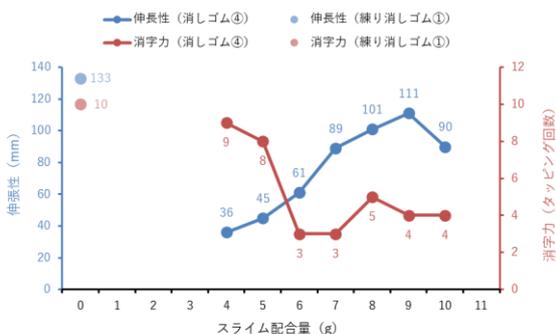


図 4 消しゴム④の伸長性と消字力

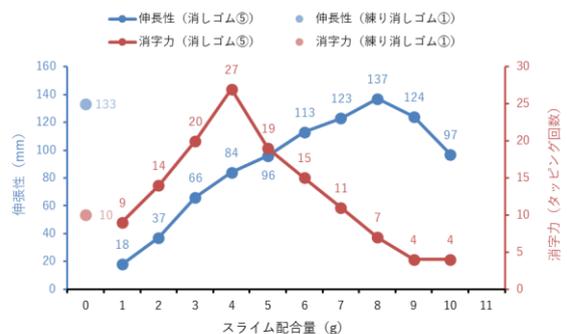


図 5 消しゴム⑤の伸長性と消字力

図6に消しゴム⑥から作った練り消しゴムの伸長性と消字力を示す。消しゴム⑥の伸長性は、スライム配合量1~9gまでは増加し、200mmまで達したが、10gからは低下した。練り消しゴム①との比較では、すべてのスライム配合量において消しゴム⑥の方が、伸長性は高かった。消字力は、スライム配合量1~9gまでは向上したが、10gからは低下した。スライム配合量7~10gまでは、練り消しゴム①の消字力を上回っていた。

図7に消しゴム⑦から作った練り消しゴムの伸長性と消字力を示す。消しゴム⑦は、スライム配合量1g~5gまでは、まとまらず練り消しゴムにならなかったため、伸長性と消字力は測定不能だった。消しゴム⑦が練り消しゴムになったのは、スライム配合量6gからであり、伸長性はスライム配合量6g~10gまで増加し、11gからは低下した。消しゴム⑦の伸長性は、いずれのスライム配合量においても、練り消しゴム①よりも高かった。消字力は、スライム配合量6g~8gまでは向上したが、9gからは低下傾向を示した。練り消しゴム①との比較では、スライム配合量7g以降で、同程度の消字力であった。

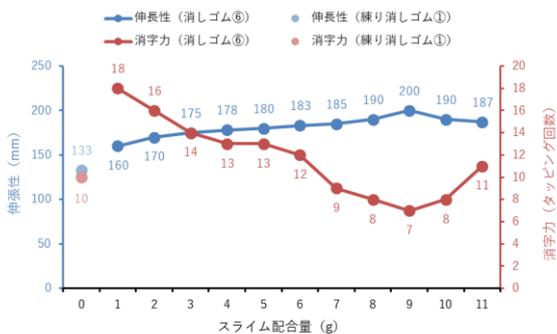


図6 消しゴム⑥の伸長性と消字力

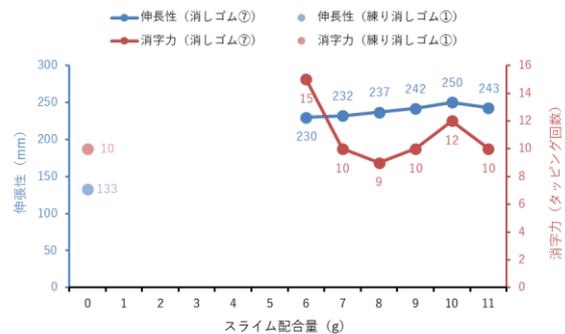


図7 消しゴム⑦の伸長性と消字力

2) 練り消しゴムの伸長性の比較 (図8)

伸長性が高かったのは、消しゴム③、消しゴム②であった。6種類中5種類の練り消しゴムで、練り消しゴム①の伸長性を上回ったが、消しゴム④のみ下回った。伸長性の最大値は、スライム配合量8g~10gの時にみられた。

3) 練り消しゴムの消字力の比較 (図9)

練り消しゴム①よりも消字力が高かったのは、消しゴム④、消しゴム⑤、消しゴム⑥、消しゴム⑦の4種類であった。消字力の最小値はスライム配合量6g~10gにかけてみられた。

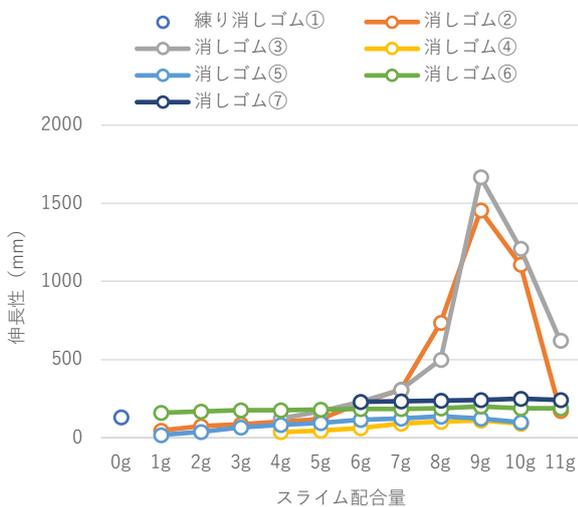


図8 練り消しゴムの伸長性の比較

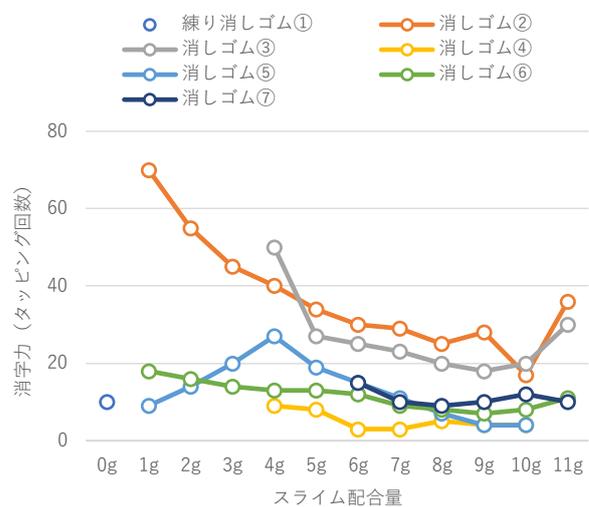


図9 練り消しゴムの消字力の比較

4) 伸長性と消字力の分布 (図10)

各練り消しゴムの伸長性と消字力の分布を図10に示す。横軸の伸長性は、各消しゴムの伸長性の最大値に1~7位までの順位を付けた後、練り消しゴム①を原点として順位を点数に置き換えた。縦軸の消字力も同様に消字力の最小値に順位を付けた後、練り消しゴム①を原点として順位を点数に置き換えた。

伸長性は、消しゴム④以外の5種類で、練り消しゴム①より優れていた。消字力は、消しゴム②、消しゴム③以外の4種類で練り消しゴム①より優れていた。伸長性と消字力の両方が練り消しゴム①より優れていたのは、消しゴム⑤、消しゴム⑥、消しゴム⑦の3種類であった。

6. 研究の考察

1) 伸長性に与える影響

プラスチック消しゴムには、塩化ビニル樹脂、可塑剤、炭酸カルシウム、安定剤が配合されている。塩化ビニル樹脂は鉛筆の黒鉛を吸着し、可塑剤は柔軟性を与え、炭酸カルシウムは消しカスを出やすくし、安定剤は消しゴムの劣化を防ぐ。消しカスにスライムを配合すると伸長性が向上したのは、スライムが可塑剤としての役割を果たしたためと考えられる。伸長性が特に高かったのは、消しゴム②と消しゴム③だった。消しゴム②には、硬く細かい網目構造を特徴としたメラミンフォームが配合されており、これにスライムのゲル状分子が結合したために、伸長性が特に高まったと考えられる。消しゴム③の伸長性が高かったのは、塩化ビニルではなく、市販の練り消しゴムの原料と同じ合成ゴムを使用しているため、他のプラスチック消しゴムよりも消しカスの柔軟性が高かったためと考えられる。伸長性が最も低かった消しゴム④は、消字力を向上させるために、非常に硬い多孔質セラミックのパウダーが配合されており、このパウダーが伸長性を阻害したと考えられる。

2) 消字力に与える影響

鉛筆の文字が消しゴムで消えるのは、紙の表面にくっついた黒鉛粒子を消しゴムが吸いつける仕組みによる。スライムを配合することで消字力が向上したのは、スライムの柔軟性によって吸着力が増したためと考えられる。消字力の高い消しゴム④、消しゴム⑤は、どちらも空気を含む構造の原料が使われており、これらがスライムと作用しあい、空気構造部分に鉛筆の黒鉛が入り込みやすくなったためと考えられる。消字力が市販の練り消しゴム①よりも低かった消しゴム②にはメラミンフォームが含まれ、消しゴム③には研磨剤が含まれている。どちらの成分も汚れを削り落とす機能なため、タッピングで鉛筆の黒鉛を吸着させるのには向いていなかったと考えられる。

3) 消しカスから作る練り消しゴムの実用性

市販の練り消しゴム①よりも伸長性と消字力の両方が優れていた消しゴム⑤、消しゴム⑥、消しゴム⑦は、これらの消しカスから作る練り消しゴムの実用性が期待できる。

今回の実験で消字力は劣ったが、消しゴム②や消しゴム③で作った練り消しゴムは、ちぎった時にカスが出にくいので、この2種類の消字力を上げられるならば、実用性も期待できる。昨年の研究でハンドソープを配合すると消字力が向上することから、今後は、スライムとハンドソープのハイブリッド配合についても実験する必要がある。

7. 研究のまとめ

本研究では、市販の練り消しゴム①を比較対照として、消しカスにスライムを配合して作った練り消しゴム6種類について、伸長性と消字力を比較した。主な結果は以下の通り。

- 1) 伸長性が練り消しゴム①よりも優れていたのは、消しゴム④以外の5種類だった。
- 2) 消字力が練り消しゴム①よりも優れていたのは、消しゴム②、消しゴム③以外の4種類だった。
- 3) 消しゴム②と消しゴム③は、練り消しゴム①よりも伸長性は優れていたが、消字力では劣っていた。
- 4) 消しゴム④は練り消しゴム①よりも伸長性は劣っていたが、消字力は優れていた。
- 5) 伸長性と消字力の両方が練り消しゴム①よりも優れていたのは、消しゴム⑤、消しゴム⑥、消しゴム⑦であり、この3種類の消しカスから作る練り消しゴムは、実用性が期待できる。

8. 今後の課題

今回は6種類の消しゴムでしか実験しなかったが、世の中にはたくさんの消しゴムが売られているので、色々な消しゴムで実験をし、最も実用的な練り消しゴムはどれなのかを研究したい。また、昨年の研究からハンドソープを配合すると消字力が向上することがわかっているので、練り消しゴムにスライムとハンドソープの2つを配合するとどうなるのか研究する必要がある。

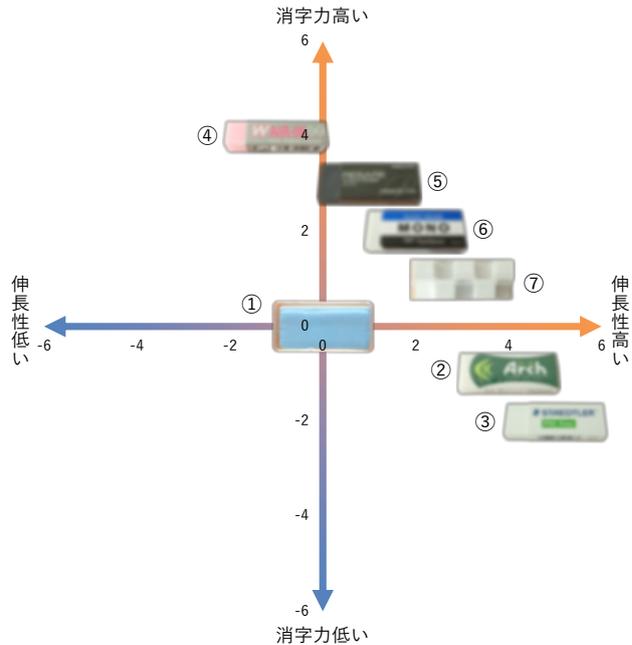


図10 練り消しゴムの伸長性と消字力の分布