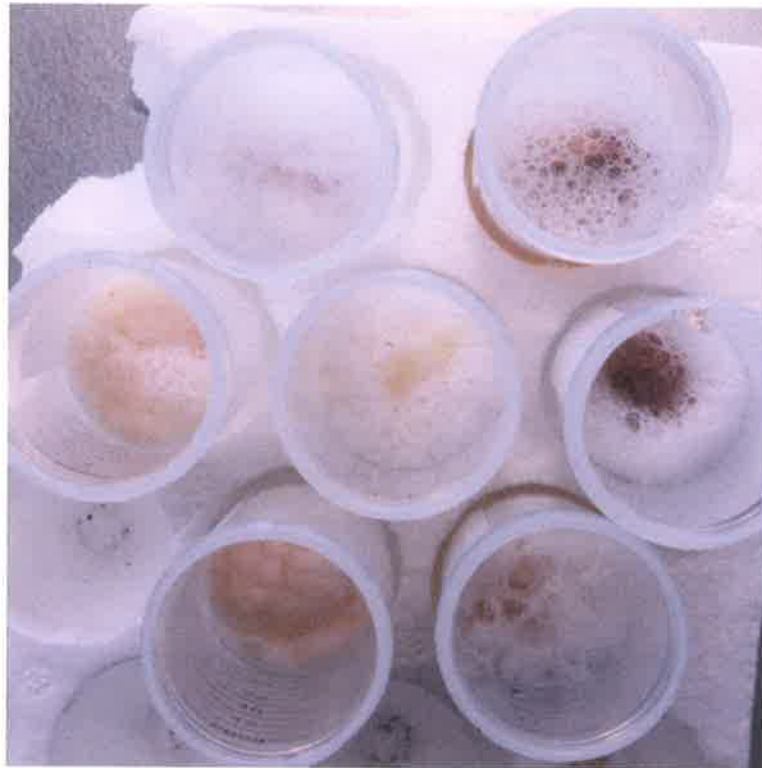


カタラーゼを語ろーぜ！
～臓器とオキシドールの反応の研究～



浦添中学校 3 年 迫田晴

1. 研究動機

オキシドールにレバーを入れると酸素が発生すると知り、他の臓器でも酸素が発生するのか気になり、実験で確かめることにした。

2. 目的

- (1) オキシドールにレバーを入れると酸素が発生する原因を知る。
- (2) 他の臓器をオキシドールに入れても酸素が発生するのか確かめる。

3. 方法

スーパーで買った鳥のレバーとその他の臓器を用いて、オキシドールに入れる実験を行った。

実験1では発生した気体の容積をしらべた。また、気体が酸素かどうかを特定するために火のついた線香を容器内に入れた。実験1の結果、泡の容積では発生した気体の量が正確に分からなかったので、実験2を行った。

実験2では、反応前と反応後の質量の変化を計測した。

3.1 実験1

- (1) 鳥のレバー、砂ぎも、心臓、ささみ、骨、手羽元、皮それぞれ 2.7g を 20ml のオキシドールに浸し、水位を計測する
- (2) 5分待機
- (3) 出た泡の量を容器の目盛りで読み取る
- (4) 火のついた線香を容器の中に入れ、炎の変化を観察する



レバー



砂肝



心臓



ささみ



骨*1



手羽元



血*2



皮*3

写真1 実験に使った臓器

*1 手羽元の骨を砕いたもの

*2 心臓の中にたまっていた血

*3 手羽元の皮をはいだもの



臓器を切り取る



臓器の重さを合わせる



各種臓器



容器にオキシドールを入れる



気体が発生する



線香を入れる

写真2 実験1の様子

3.2 実験 2

- (1) 鳥のレバー、砂ぎも、心臓、ささみ、血、骨、手羽元、皮それぞれ 2.0g を 20ml のオキシドールに浸し、全体の質量を計測する
- (2) 5 分待機
- (3) 反応後の全体の質量を計測する（質量の減少を記録）

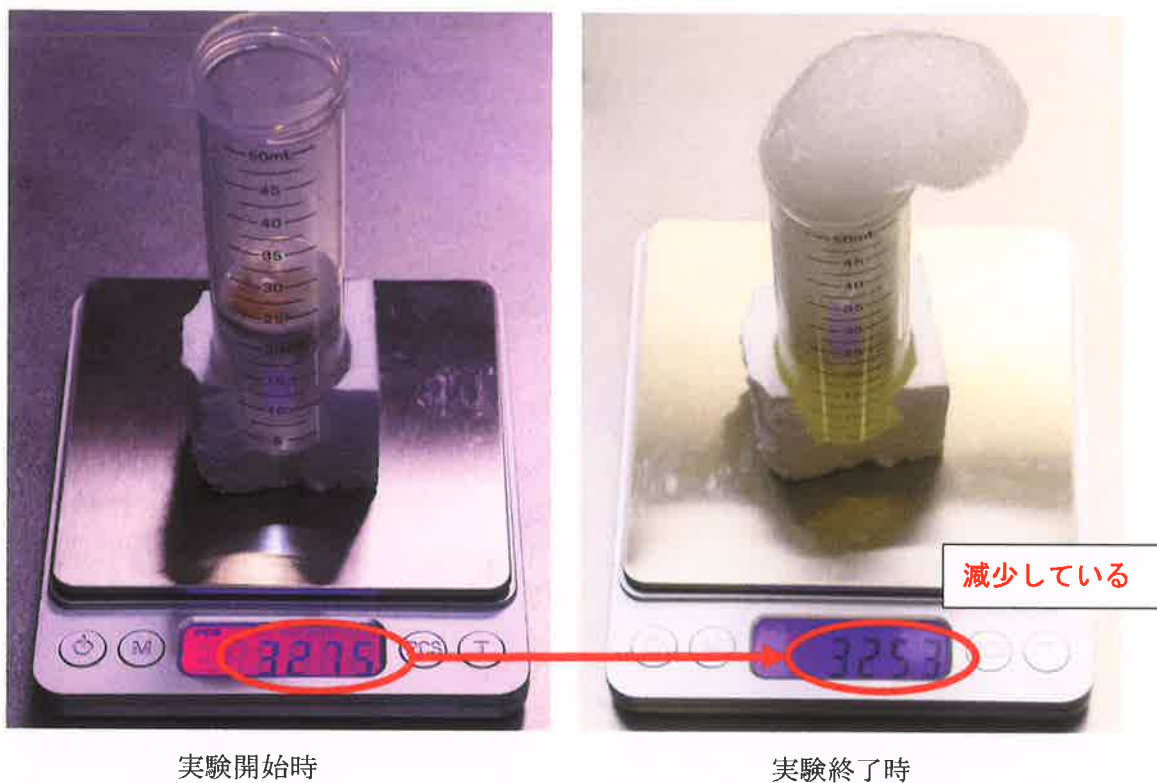


写真 3 実験 2 の様子

4. 結果

4.1 実験 1（容積の変化）

全ての臓器で気体が発生し、発生した泡の量はレバーと血が特に多かった。線香を近づけると火が明るくなった臓器があったので、発生した気体は酸素だと分かった。火に変化がなかった臓器もあったが、火は消えなかったので、酸素が発生していると考えた。実験後は容器が少し熱くなっており、レバーの容器は特に熱かった。反応後、液体の容積はレバーでは減少したが、他の臓器には変化が見られなかった。

表 1 実験 1 の結果

	レバー	砂肝	心臓	ささみ	血 ^{*3}	骨	手羽元	皮
気体発生 ^{*1}	○	△	○	○	○	○	○	△
線香の反応 ^{*2}	○	△	△	○	△	○	○	△
反応後の水かさ (ml)	17.5	20.0	20.0	20.0	-	20.0	20.0	20.0
発生した泡の容積 (ml)	48.5	2.5	2.5	2.5	-	7.5	1.4	0.1
反応後に減少 した容積(ml)	2.5	0	0	0	-	0	0	0

*1 ○：発生 △：わずかに発生

*2 ○：火が強くなった △：変化なし

*3 実験 2 の結果を記載

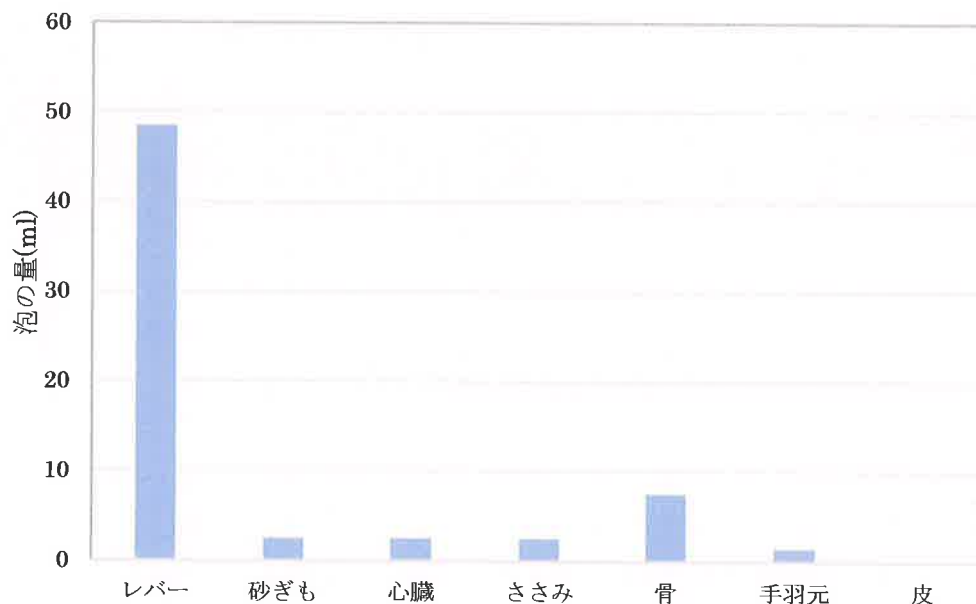
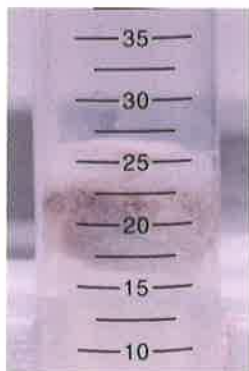


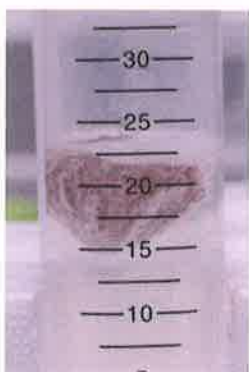
図 1 発生した泡の量



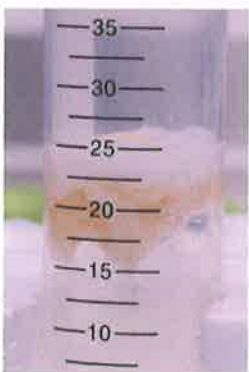
レバー



砂肝

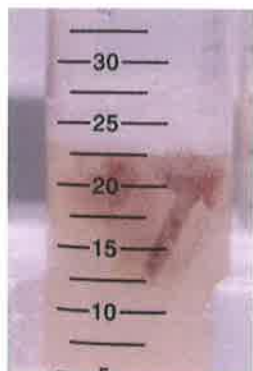


心臓

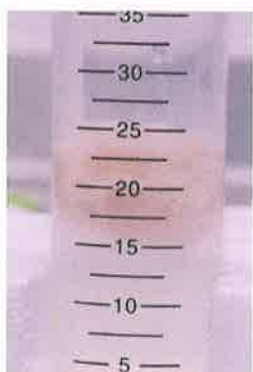


ささみ

写真4 実験1の結果1



骨



手羽元



皮

写真5 実験1の結果2

4.2 実験2（質量の変化）

皮以外の全ての臓器は反応前と比べて反応後に質量が減少した。特にレバーでは減少した量が多く、次に多かったのは血、ささみ、手羽元だった。

質量が減少したことから減少した分だけの気体が発生したと分かる。また、減少した量が多いほど発生した気体が多いと分かる。

表2 実験2の結果

	レバー	砂ぎも	心臓	ささみ	血	骨	手羽元	皮
反応前の質量 (g)	32.00	32.53	32.58	33.27	32.12	31.83	33.89	33.00
反応後の質量 (g)	31.72	32.46	32.55	33.16	31.98	31.80	33.79	33.00
質量の差 (g)	-0.28	-0.07	-0.03	-0.11	-0.14	-0.03	-0.10	0.00

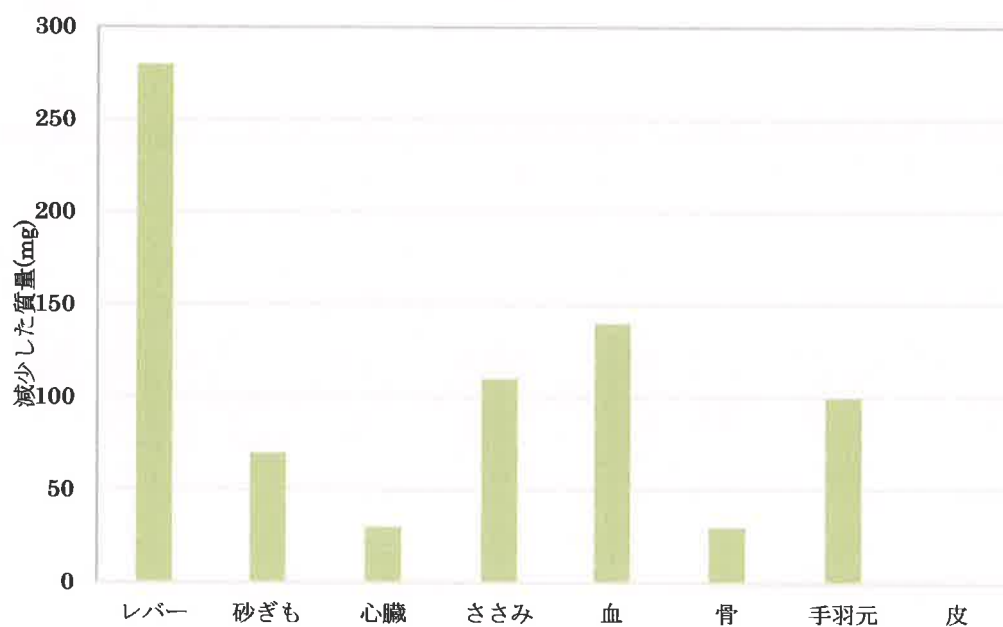


図2 減少した質量



レバー



砂肝



心臓



ささみ



血



骨



手羽元



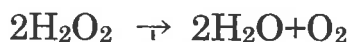
皮

写真 6 実験 2 の結果

5. 考察

(1) 反応の仕組み

オキシドールの主成分は過酸化水素 (H_2O_2) である。また、今回の実験では酸素 (O_2) が発生した。このことから、容器内では肝臓や血に多く含まれている物質によって次のような化学反応が起こったと考えられる。

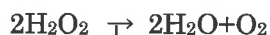


レバーや血に多く含まれている物質

(2) 過酸化水素を分解した成分

文献やインターネットで体内にある過酸化水素を分解する物質について調べた。過酸化水素を体内で分解する物質にはカタラーゼとグルタチオンペルオキシダーゼという酵素があると分かった。これらは過酸化水素を次のように分解する。

カタラーゼ



カタラーゼ

グルタチオンペルオキシダーゼ



グルタチオンペルオキシダーゼ

2 つの酵素の反応で、酸素が発生するのはカタラーゼなので今回の実験で過酸化水素を分解したのはカタラーゼだと考えられる。

(3) 臓器に含まれるカタラーゼの量

実験の結果から、レバー（肝臓）と血（血液）にカタラーゼが多く含まれていると考えられた。その理由を文献やインターネットで調べた。

1) 肝臓

肝臓はアルコールや薬物を分解するはたらきがある。その際に、過酸化水素が発生する。過酸化水素が過剰に蓄積すると、酸化ストレスと呼ばれるタンパク質や DNA、細胞膜の損傷につながる。それらを防ぐため、肝臓は他の臓器よりも多くカタラーゼをもっているとされる。

今回の実験結果でも、肝臓は最も多く酸素が発生し、カタラーゼが多く含まれていると分かった。

2) 血液

血液内の赤血球は全身の細胞に酸素を運搬するはたらきを持つ。その過程で、過酸化水素が発生し、酸化ストレスにさらされる危険性が高い。酸化ストレスにさらされるとヘモグロビンが酸化し、酸素運搬機能が低下したり、骨格たんぱく質が酸化して赤血球が変形し、もろくなって早期に破壊されたりするなどの影響がある。それらを防ぐため、赤血球も多くカタラーゼをもっているとされる。

今回の実験結果でも、血液は肝臓の次に多く酸素が発生し、カタラーゼが多く含まれていると分かった。

3) その他の臓器

① ささみ・手羽元

ささみ・手羽元は運動器官（筋肉）である。筋肉は運動するために酸素を多く使うため、過酸化水素の元となる活性酸素が発生しやすくなっている。そのため、カタラーゼを中程度含んでいるとされる。今回の実験結果でも、肝臓や血の次に多く酸素が発生し、カタラーゼが中程度含まれていると分かった。

② 心臓・砂肝

心臓は血液を全身に送る器官で、主に筋肉でできている。砂肝は筋肉で食べ物をすりつぶす器官である。どちらも筋肉でできているため、ささみ・手羽元と同様にカタラーゼを中程度含んでいるとされる。今回の実験結果でも、ある程度酸素が発生し、カタラーゼある程度含まれていると分かった。

③ 骨

骨の内部には骨髓があり、その中には造血幹細胞が存在しており、活発な細胞分裂や代謝が行われている。この過程で、過酸化水素が発生するためカタラーゼを中程度含んでいるとされる。今回の実験結果でも、少し酸素が発生し、カタラーゼが少し含まれていると分かった。

④ 皮

皮（皮膚）は紫外線や外傷などのストレスで活性酸素が発生するが量は少なく、カタラーゼよりも、他の抗酸化酵素やメラニン、ビタミンEなどで防御する場合があるため、カタラーゼはあまり含まれていないとされる。今回の実験結果でも、ほとんど酸素が発生せず、カタラーゼがほぼ含まれていないと分かった。

6. 結論

(1) オキシドールにレバーを入れると酸素が発生する原因

実験により、オキシドールにレバーを入れると酸素が発生することを確認した。この原因は、レバーに多く含まれているカタラーゼがオキシドールに含まれる過酸化水素を水と酸素に分解するためである。

(2) 他の臓器の酸素発生

実験により、レバー以外の臓器もオキシドールに入れると酸素が発生することを確認した。酸素の発生量は、レバー、血、ささみ、手羽元、砂肝、骨、皮の順に多かった。これには、各臓器の酸化ストレスの受けやすさとカタラーゼの量が関係している。

表3 まとめ

臓器	主な働き	酸化ストレス	カタラーゼ	酸素発生量
レバー (肝臓)	・体に害のある物質を無毒な物質に分解 ・栄養分をためる ・栄養分をグルコースに変える ・血液をためて必要な時に送り出す ・胆汁を作る ・体温を調節する	アルコールや薬物の分解時に過酸化水素が発生	非常に多	0.28g
血 (赤血球)	・肺で受け取った酸素を全身に運ぶ	全身の細胞に酸素を運搬する過程で過酸化水素が発生	多	0.14g
ささみ(筋肉)	・体を動かす	運動するために酸素を消費する際に過酸化水素が発生	中	0.11g
手羽元(筋肉)				0.10g
心臓	0.03g			
砂肝				0.07g
骨	・体を支える			骨髄での活発な細胞分裂や代謝の際に過酸化水素が発生
皮(皮膚)	・筋肉・血管を紫外線などの外部の刺激から守る	紫外線や外傷などのストレスで活性酸素が発生するが少量	少	0.00g

7. 反省と今後の課題

- 実験1のときに血のサンプルが用意できなかったので、次回からは最初から全ての実験道具を用意してあとから追加しない。
- 体外に出たことでカタラーゼの機能が低下していないか気になったので、温度変化によるカタラーゼのはたらきについても調べてみたい。
- 今回は鳥類の臓器だけで実験していたので、生物の分類によって反応に変化があるのか別の生物の臓器も調べてみたい。

8. 参考文献

- 新編新しい科学1 東京書籍
- ヴォート基礎生化学第4版 東京化学同人
- フォトサイエンス生物図鑑 数研出版