

生物学習における化学的技術の影響

理科 福岡 久雄 重松 樗三
牛田 英一 卷島 三郎

まえがき

指導要領改訂や学習内容の近代化および理科の各科目の系列の再編成などが考えられているとき共通テーマとして理科の各科目間の領域について検討してみてもどうかということが取りあげられたので、本校独自のテーマ（中、高一貫教育）と関連を考へて生物学習における化学学習で習得されたであろう技術の影響という問題を取りあげて教育実験を始めてみた。生徒への影きょうや条件の設定など教育実験のもつ困難性はあるが方向を見出してみたいと思うのである。

今回は、ごく限られた狭い範囲での内容でさらに対象生徒の数の限定があるため、一方向を考察するに過ぎなかったが今後のために、御教示を得られれば幸いである。

つまり、消化と吸収に関する学習内容を取りあげてみた。消化酵素の働きについて普通に実施されている実験方法で学習の目標を達成させる場合、生徒の学習活動の過程で化学的技術がどのような形でなされ、影きょうをもたらすかを問題にしたのである。高校一年（外部の中学より入学した生徒）を対象とした。本校では化学学習を高校一年で生物学習と平行して指導しているため、その影きょうが直接、間接にどのような形であられるかを検証してみようとしたわけである。加えて中学校三年生をも比較対象にした。

なお、紙面の都合で資料はデンプン消化（加水分解）に関するものだけをのせたことも御了解願いたい。

〔I〕 消化に関する中学段階までの経験調査

食物の消化に関する化学的な取扱いを必要とする実験としては、デンプンの加水分解に関するものみの経験に終わっているので、次にその調査結果を示す。

班別 等級別	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	合計
X 学級	0/4	2/4	3/4	1/3	1/3	3/3	2/3	3/3	2/3	2/3	3/4	0/3	22/40
Y 学級	3/3	2/3	2/3	2/3	3/3	2/4	2/4	2/3	4/4	1/3	3/4	3/3	29/40
区学級	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- 1 一学級は40名で12グループの班編成をしているため、○中の数字は班の番号を示している。
- 2 学級区分は X・Y・Z とした。
X 学級 = 化学学習において特に別紙のような直接関係のある指導をした学級

Y 学級＝化学学習で直接関係のある指導をしていない学級

Z 学級＝中学段階（中学の三年生）

- 3 表中数字は分母の方がグループの人員、分子の方は、経験者の人員をそれぞれ示す。
- 4 小学校のみの経験・小・中学校に亘っての経験、中学校のみの経験を区別していない。
- 5 約半数の未経験者が知識として得たのは、中学校段階になっている。
- 6 化学学習において実施された指導内容
 - ヨウ素デンプの反応
 - i) Sample の量
 - ii) 添加する試薬の量
 - iii) 呈色の程度（加水分解が進むにしたがって示す呈色の変化のようす）
 - iv) 加熱すると色が消え、冷却すると再び着色することについて
 - フェーリング反応
 - i) 試薬の調製（自作）について（教科書の表を資料とする）
 - ii) 反応直前の A・B 両液の混合のしかたについて
 - iii) 試薬の量
 - iv) Sample の量
 - v) 加熱のしかた（突沸に対する危険防止をふくめて）
 - vi) 観察すべき要点
 - (ア) 色調の変化の速さ
 - (イ) 色調の種類
 - (ウ) 色調の程度と沈でんの量による Sample の還元力の見方
 - vii) 記録法（定量的に観察したことを表現して記録）
 - キサントプロテイン反応（牛乳を用いる）
 - i) 操作法（試薬の調整・試薬と Sample との量比・加熱するときの方法など）
 - ii) 呈色（ベンゼン核を有する蛋白質のみの反応で、ニトロ化合物の生成されることを説明）
 - iii) アルカリを加えて色が深くなるのを見る（橙色）
 - ビューレット反応
 - i) 操作法（前反応と同じ観点）
 - ii) 呈色〔ビューレットを示し、 $-\text{NH}-\text{CO}-$ <酸アミド結合(ペプチド結合)>の特有反応であることを説明〕
 - その他の化学における基本的な実験操作などの技能に関することは従来の通りにした。

〔II〕 消化に関する実験計画表に対する評価

- 1 消化（加水分解）物質と未消化物質の検出法の知識、理解および適する方法を選択する能力はどのようになっているか。
- 2 消化酵素の働きに対して pH や温度条件との関係についての比較実験がどのように計画されているか。

3. 計画表に記述されている化学的内容に対する知識の程度や理解の深さはどうなっているか。

例えば、PH の調整、(定性的に HCl と NH₄Cl や NaOH を用いる。

A液 → リン酸ナトリウム 3.5g を 100cc の蒸りゅう水に溶解

B液 → クエン酸 0.2g を 100cc の蒸りゅう水に溶解

i) PH 3.0 → A液 7.7cc + B液 12.3cc = 20cc

ii) PH 6.7 → A液 14.5cc + B液 5.5cc = 20cc

iii) PH 8.0 → A液 19.5cc + B液 0.5cc = 20cc

評価は A・B・C の三段階で示すことにした。

班 別 学級別	1	2	3	4	5	9	7	8	9	10	11	12
X 学 級	A	A'	A'	B	B	B	A	A'	A'	B	A'	A
Y 学 級	B	B	B	B'	B	B	A'	B	B	B'	B'	A
区 学 級(1)	A	A	A	A	A	A	A	A	A'	A	B	A'
〃 (2)	A'	A	B	A	B	B	A'	A	B	B	A	A

〔III〕 消化の実験(デンプンの加水分解)に関する評価

1. 評価は基準になる項目を決定し、評価点を合議の上、1学級当り2名の教官が6ヶ班を担当して評価した。
2. 実験は4学級を可能な限り化学学習の進度を除いては、同じような条件にて実施させた。
3. 評価は三段階とし、A・B・Cとした。Aはすぐれている。Bは普通、Cは劣っている。
4. 評価はグループ(班)単位にしておこなった。
5. 実験の結果については各グループ別に実施した経過とその結果からの推論について記録したものを提出させ評価した。

以上の点に留意して次の表のような結果が得られた。

6. 以上は高校一年生についての資料であるが中学校三年生については、中学校での学習経験による影きょうはあるとしても系統だった経験でないため、実験の技能的なもの全般にわたって高校と比較して低位であった。

指導者の指示があれば評価の段階がBとなり得るが自発的な状態にして評価してみると2/3がC段階となり、1/3がB段階となった。さらに実験をすすめる速度が高校より中学三年の方が平均して約20分多くかかった。

学級別・ 班別段階	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		...			
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	A X/Y	B X/Y	C X/Y	
評価項目	90	107	100	92	80	89	90	98	80	111	95	85	90	110	90	90	80	110	90	90	95	120	80	100	—	—	—	—
実験に要した総時間(分)	A	B	B	B	A	B	A	B	A	B	B	C	B	A	B	A	A	A	A	B	B	B	A	B	6/3	6/8	0/8	0/8
実験の成 功 度	A	A	B	A	A	C	A	A	A	B	A	A	A	B	B	B	B	B	B	C	B	A	C	A	4/8	6/3	1/2	1/2
実験器具の整理度	A	B	C	B	A	B	B	B	B	B	C	B	C	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	3/0	7/12	2/0	2/0
実験器具の整備度	A	B	A	A	A	A	C	B	A	B	A	B	B	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	C	6/2	5/9	1/1	1/1
実験器具の後仕末	A	B	B	A	A	C	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	B	B	B	6/2	7/10	0/1	0/1
実験順序の適性度と的 確度(総括)	A	A	B	A	B	A	C	C	A	A	B	B	B	C	B	A	C	C	C	A	B	B	B	C	3/5	7/19	3/3	3/3
a. Sampleと試薬 の量的関係(とり 方)	A	B	A	B	B	B	C	C	A	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	B	B	A	B	4/3	8/7	0/2	0/2
b. 要素反応の変 化の過程に対する 観察の的確度	A	B	B	B	B	B	C	C	A	B	B	B	B	A	C	A	B	A	B	A	A	A	A	B	8/1	4/9	0/2	0/2
c. 器具の適切な使 い方	A	B	B	B	B	C	B	B	C	A	B	B	B	A	B	B	A	A	A	B	A	B	B	B	3/5	9/7	0/1	0/1
d. 予想される実験 結果になる割合 (成功率)	A	B	B	A	B	C	B	B	B	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A	B	A	B	B	B	4/1	6/6	2/8	2/8
a. Sampleと試薬 の量的関係(とり 方)	A	B	A	B	A	A	C	C	C	B	C	B	C	B	C	B	A	C	C	B	C	B	C	C	4/1	6/6	2/8	2/8
b. 試薬の使い方の 順序	A	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A	B	C	C	A	A	A	A	A	9/9	3/1	0/2	0/2

I	c. 加熱のしかた (危険防止との関係)	A	B	A	A	B	A	C	B	C	A	B	A	B	A	A	A	A	A	A	C	A	B	A	7/6	4/4	1/2		
		A	B	C	C	A	C	A	C	B	C	C	B	C	B	A	C	B	C	A	C	B	C	A	B	C	3/0	2/3	2/10
		B	C	C	C	B	C	B	C	B	C	C	B	C	C	B	C	C	B	C	C	B	C	B	C	C	0/6	11/0	1/12
		A	A	C	C	A	C	C	A	C	B	C	A	A	C	A	A	A	A	A	C	C	C	A	C	C	6/4	1-0	5/8
C.	試薬びんからの試薬のとり方(操作)	A	A	A	A	A	C	B	A	C	A	A	A	C	A	A	B	A	B	A	B	A	A	A	A	8/9	3/1	1/2	
		B	A	B	B	A	B	B	B	B	A	A	B	B	A	B	A	B	B	A	B	B	B	B	A	B	3/3	9/9	0/0
E.	ポンプのりの作成のしかた	A	B	A	B	A	B	B	A	A	A	B	A	A	B	A	B	A	A	B	A	B	A	B	B	8/2	2/10	2/0	
		A	B	C	B	B	A	B	A	C	B	B	B	B	A	C	B	A	B	A	A	A	A	B	A	A	7/1	5/9	0/2
F.	pHの調製・温度の保ち方(定量的に実験できる度合)	A	B	C	B	B	A	B	A	C	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	A	B	A	B	7/1	5/9	0/2	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	A	B	B	B	A	A	B	A	A	B	A	C	A	C	B	A	8/2	4/8	0/2
G. 実験区分(比較する)のとり方の適性度		A	B	A	B	A	B	A	B	A	A	B	B	B	A	A	B	A	B	A	C	A	C	B	A	8/2	4/8	0/2	

〔IV〕 吸収に関する評価

カエルの小腸をリンガー液中に入れ、小腸内洗じょうをした後、ブドウ糖やデンプンや蔗糖を注入し、その吸収状態をたしかめる実験について

この実験計画の着想についてはわずかに中・高4学級を通じて48グループ中3グループであった。それで実験法を補説した。そして実験をした場合の化学的技能については消化の場合の検出でみられたと同じ傾向の結果であった。

ま と め

考察するには条件が多岐にわたっているので困難であるが、ある方向が見出されたので、本年度のまとめという形でのべてみることにする。

1. 実験計画立案については、中学三年生のグループがそろってすぐれていた。高校一年の知能検査と中学三年のそれとを比べると中学三年の方が優位であって最優段階が2/3いるのに対し、高校では2/5である点も影きょうしているのであろう。
2. 知識や判断（選択する）力の優位にある中学三年生が実験計画立案の面では、すぐれたレポートを作成したのに対し、実験実施の段階では、はるかに高校生の技能面におよばず、また、化学的原理を応用していく場合の理解の程度も低くなっている。
3. 高校生のX学級が化学学習において経験し、習得したためか、実験実施において技能の点で優位を示している点にも注意する必要がある。

また、Y学級はZ学級よりはるかに優位である点にも注意してみる必要がある。

- ※ 化学学習を生物学習より早く履習させることの意義と価値を検討するための予備実験（教育実験）として実施したのであるが対称学級の条件が不十分であるため傾向をみる程度に終わったが、昭和40年度は被験学級の条件がととのうのでその結果は41年度にまとめて発表する予定である。また、39年度は、標準単位(4)と増加単位(5)との実践記録の比較をテーマとしてとりあげている。