

微生物をとり扱う理科学習

I. 簡単な滅菌系の確立

橋本健夫*・栞田忍**

(昭和56年10月31日受理)

Microorganisms in Science Education

I. An Established Simple Sterilizing System

Tateo HASHIMOTO and Shinobu MASUDA

(Received Oct. 31, 1981)

はじめに

児童をとりまく自然界，特に生物界は，児童の興味をひき探究心を起こさせる要素をたくさん含んでいる。理科学習においては，この身近な自然界を有効に利用することが大切であり，自然界の調和を学ばせることもその目的の一つとなる。

さて生物界は，大きく多細胞生物と単細胞生物に分けられるが，前者はよく目に触れるものであり，積極的に教材化されている。しかしながら後者については，身近な生物として教材化の試みは報告されているが，理科学習に十分利用されているとはいえないのではなかろうか。高井氏らも主張しているように，我々は微生物を生物として正しく認識し，その働きを全地球的な立場で理解する努力を怠ってはならない。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾

また理科教育の目的が，自然を統一的に理解すると同時に，その過程において科学的方法，能力，態度，精神を子どもたちに獲得させることであることを考えれば，微生物の存在やその働きの認識，理解に関する直接経験は，児童，生徒の自然観の形成に欠くことのできないものである。

一方近年の生物学は，微生物を研究材料とした結果，生化学や遺伝学が著しい発展をとげ生命現象が分子レベルで解明されつつある。このような生物学の進歩と成果によって，高等学校の教育課程は大きな影響をうけ，生物教育，特に遺伝や物質交代を学習する部分では，微生物の名前が教科書の記述や実験に頻出するようになった。また中学校の昭和52年に改訂された指導要領では，第二分野「生物の種類と生活」の単元では，小学校での学習経験を活用した学習法がもとめられ，「生物どうしのつながり」の単元において，生物界における微生物の分解者の働きが強調されている。しかし小学校の理科学習について考えてみると，旧指導要領の中に，六年生の「水中のちいさな生物」の項で自然のつりあいに

* 長崎大学教育学部理科教室

** 長崎市立飽浦小学校

についての学習が明記され、さらに「かびときのこの育ち方」では、ミクロの生物の生育条件についての学習が打ち出されていた。ところが、今改訂で共に程度の高い実験を伴うもの、また取扱いが高度なるものとして、集約、削除された。これは小学校時代に求められる自然界の統一的な理解、また小学校以後の理科学習を考えた場合、もう一度考え直してみる必要があり、児童の周囲に存在する微生物を児童がもっと身近に考えることができるように配慮すべきである。

高井氏らの報告にもあるように、微生物を教材化する際、克服すべき点はいくつかあるが、一番問題になるのは、滅菌をする設備などが高価で、手軽に実験を行うことができない点にあるのではなかろうか。そこでできる限り簡便で安価な器具を使った簡易滅菌法の確立がまず第一であると考え、現在の小学校で用いることのできる簡易滅菌器具の開発をめざした。また微生物の教材化に必要な児童の微生物に対する意識もさぐってみた。

方 法

微生物の実験に必要な滅菌には、乾熱滅菌と湿熱滅菌がある。乾熱滅菌は、主に器具等の滅菌に使われ、その際用いられる器具は、乾熱滅菌器である。湿熱滅菌は、培地等の滅菌に用い、その器具はオートクレーブ等である。一般的に栄養培地を完全に滅菌するためには、160°C、40分の乾熱滅菌をかけ、次に、1 kg/cm²、120°Cで15分のオートクレーブをかける必要がある。この場合湿熱滅菌には、コッホの蒸気釜も使用することができるが、これでは100°C、30分を3日連続しなければならぬ。⁶⁾この滅菌系に代用できる簡便かつ安価な器具として、乾熱滅菌器のかわりにオープン、オートクレーブの代わりに蒸し器、もしくは圧力釜等が考えられる。表1の1～9の実験系で、培地がどの程度滅菌されるか調べることにより、この代用器具を用いた滅菌系が、微生物の実験に用いることができるかどうかを調べた。培地は、肉エキス・ポリペプトン培地を用いた。この培地の組成は、

表1 本研究で調査した滅菌系

	乾 熱 滅 菌		湿 熱 滅 菌		培 養 器
1	乾 熱 滅 菌 器	→	オ ー ト ク レ ー ブ	→	恒 温 器
2	家 庭 用 ガ ス オ ー プ ン	→	オ ー ト ク レ ー ブ	→	恒 温 器
3	乾 熱 滅 菌 器	→	蒸 し 器	→	恒 温 器
4	乾 熱 滅 菌 器	→	圧 力 釜	→	恒 温 器
5	乾 熱 滅 菌 器	→	オ ー ト ク レ ー ブ	→	自 作 恒 温 器
6	家 庭 用 ガ ス オ ー プ ン	→	蒸 し 器	→	恒 温 器
7	家 庭 用 ガ ス オ ー プ ン	→	圧 力 釜	→	恒 温 器
8	家 庭 用 ガ ス オ ー プ ン	→	蒸 し 器	→	自 作 恒 温 器
9	家 庭 用 ガ ス オ ー プ ン	→	圧 力 釜	→	自 作 恒 温 器

肉エキス 10g, ポリペプトン 10g, NaCl 2g, 蒸留水 1000ml, (PH 7.2)である。また微生物の生育は、この培地に2%の寒天を加えてシャーレで固化し、24時間、37°Cで保温することによって、コロニーが形成されるかどうかで調べた。寒天を加えない液体培地は、三角フラスコを使用して滅菌し、37°Cで24時間保温したのち、その濁る様子で菌

の生育を判断した。滅菌の度合いは滅菌率であらわしたが、この滅菌率は、培地の中に入りこんでいる雑菌をどの程度死滅させることができたかを示している。なお、シャーレは乾熱滅菌したものを使用した。また開発した器具で作成した培地が微生物の生育に適当であるか否かの判定は、上記の培地に非病原性の大腸菌 (*E. coli* K12 W2252) を接種し、その生育状態を見て行った。

一方培地作成にあたっては、一般的に蒸留水を使用するのであるが、小学校・中学校においては水の蒸留装置が十分設置されていないことから、水道水を用いなければならないことも多いのではないかと考えた。そこで水道水が使用に耐えるものかどうかを、表1の実験系を用いて作成した水道水使用の培地に、大腸菌を接種することにより、蒸留水の培地と同じように大腸菌が生育することができるかどうかによって調べた。

さらに微生物を教材化する際、菌の生育温度を整える恒温器が必要になる。一般に恒温器は、サーモスタットで温度を感受し、ヒーターの働きで器内温度を一定に保つように設計されている。そこで、このサーモスタットとヒーターの役割を一般に家庭で用いられている赤外線こたつのヒーターユニットに求めた恒温器を自作した。こたつは家庭用品として普及しており、保温は体温に近いように設計されているので一般的な微生物の生育に最適な温度 (37°C前後) の調節が可能であると考えたからである。またこの恒温器は、側板と側板との間に発泡スチロールを入れた三重構造にして、保温効果を高めるように設計した。自作した恒温器の構造については、写真1に示す。

一方この恒温器が、一定温度37°Cを保つことができ、長時間の使用に耐え得るかどうかを30分毎、24時間連続でその器内温度変化を測定することによって調べた。

次に微生物の教材化を考えた場合、まず児童が微生物 (一般にはバイキンと総称されているのであろうが) の知識に、いづごろ接するののかという調査を都市部と郡部の小学校の各一校の六年生の一クラスを選び、アンケート方式で行った。その結果微生物の知識に初めて接する時代は、幼稚園の時代が大部分を占めていた。そこで幼稚園時代に、微生物についての正しい知識を獲得させる必要があるのではないかと考え、健康領域の「手を洗う」という単元をとり上げ、「手を洗おう」というテレビ教材の製作を行った。

結 果

単一では目で直接見ることのできない微生物を取扱う際、最も注意を払わなければならないことは、他の微生物が入りこまないように完全に器具や培地を滅菌することである。だから一般に、微生物を実験材料

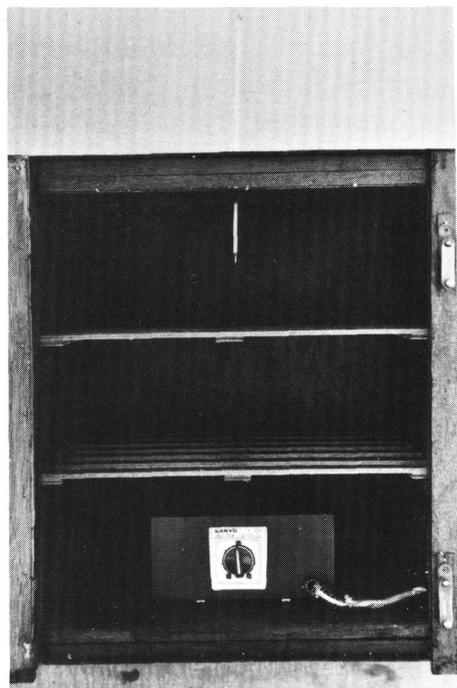


写真1 自作恒温器の内部

とする研究室等では、器具滅菌として乾熱滅菌器、そして培地の滅菌にはオートクレーブが使われている。この研究では、はじめに述べたように簡便な滅菌系の確立を目的としているため、乾熱滅菌器、オートクレーブに代わる簡易器具として家庭用器具の利用を考えた。

まず乾熱滅菌器に代わるものとして、写真2のようなガスオーブンが考えられる。ガスオーブンは器内の温度がある程度わかるようなバ

ロメーターがついており、それに従って160°C前後にセットすることもでき、電気を使用する乾熱滅菌器に比べて、非常に

温度の上昇もはやい。このため器具の滅菌に要する時間が大幅に短縮できた。ガスオーブンの温度調節は、器具についている説明書に従った。滅菌時間は45分間である。なおガラス器具の滅菌が完全に行われたかどうかは、表1の実験系1と2を比べることによって調査した。その結果を表2に示す。

この結果乾熱滅菌器を使用しても、家庭用ガスオーブンを使用しても、滅菌率は100%になった。だから乾熱滅菌器の代わりに、家庭用ガスオーブンが使用できることがわかった。

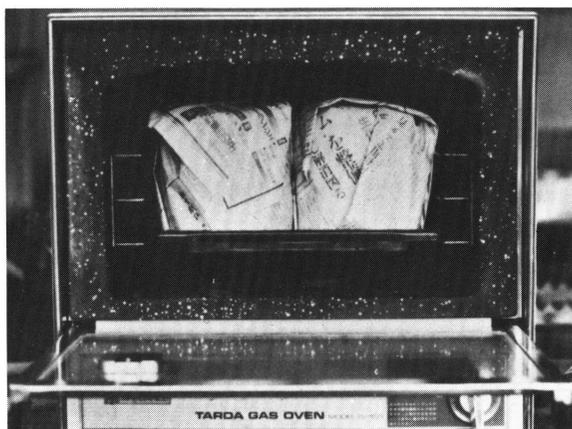


写真2 家庭用ガスオーブン

表2 家庭用ガスオーブンを使用した場合の滅菌率

乾熱滅菌	湿熱滅菌	滅菌率			
		液体培地		寒天培地	
		100ml	25ml	100ml	25ml
乾熱滅菌器	オートクレーブ	100%	100%	100%	100%
家庭用ガスオーブン		100	100	100	100



写真3 蒸し器



写真4 圧力釜

次にオートクレーブに代わるものとして、写真3、4のような家庭用蒸し器、圧力釜が考えられる。

まず家庭用蒸し器についてであるが、これは他の器具に比較すると安価なものであるけれども、方法で述べたコッホの蒸気釜と同様蒸気による熱処理であるため、最高100°Cまでしか温度をあげることができない。ところが、耐熱性の孢子を形成する細菌の場合、100°Cでは滅菌できないことが知られている。そのため蒸し器を使った滅菌方法としては、一回の蒸気滅菌を行ったのち、一定時間(一般的には24時間)室温に放置し、細菌の孢子が熱に弱い発育型になった頃、二回めの蒸気滅菌を行うというサイクルを繰り返す間欠滅菌法がとられているが、家庭用蒸し器の場合も同様であると考えた。使用した蒸し器は、水の補給が簡単な二段式を使った。なお蒸し器内の蒸気の通りみちとしての穴は、市販のものでは中央に集中してあるので、底全体に同等の蒸気があがるように穴をあけ、釜と釜、あるいはふたとの間には布をはさみ、蒸気が横に抜けにくくし、熱ができるだけ上釜へ行くように工夫した。かつ水の補給は、30分毎に湯を入れることによって行った。滅菌時間は、蒸し器の上部(ふた)の空気穴より蒸気がでるようになってからの時間である。これまで高井氏らの報告によると、蒸気がふき出し、品温(中に入れた物の温度)が100°Cになってから、30分ずつ三回間欠滅菌するとされているが、品温が100°Cになったか否かの判断がつかないので、本研究では蒸気がふき出してから、0.5時間、1.0時間、1.5時間の時間を設定し、その各時間について間欠滅菌の回数を三回まで行った。なお室温放置は平均24時間とした。表1の実験系1と3を比較して、滅菌率を計算しその結果を表3に示した。

これによると1時間の間欠滅菌を三回行なうことにより、ほぼ完全に滅菌できることがわかった。また容器が小さく、培地量も少ない100mlのフラスコの液体培地であれば、1時間の間欠滅菌を二回行なえば滅菌できることもわかった。蒸し器を使用した場合の滅菌のようすは写真5に示す。

表3 蒸し器を使用した場合の滅菌率

乾熱滅菌	湿熱滅菌		滅菌率				
			液体培地		寒天培地		
	滅菌時間	滅菌回数	100ml	25ml	100ml	25ml	
乾熱滅菌器	オートクレーブ		100%	100%	100%	100%	
乾熱滅菌器	蒸	0.5	時間 1回	0	0	0	0
			2	33	33	0	0
			3	66	100	25	50
	し	1.0	1	0	0	0	0
			2	50	100	13	0
			3	100	100	75	100
	器	1.5	1	0	0	0	0
			2	100	100	100	50
			3	100	100	100	100

次に家庭用圧力釜についてであるが、これは値段的には蒸し器に比べて高価ではあるが、滅菌時間を短縮することができるのではないかと考えた。また圧力釜は、製品表示によれば内部の圧力が、1 kg/cm²になり、温度も121°Cにな

るのでほぼオートクレーブと同様の滅菌を行うことができるのではないかと考えた。この圧力釜は、ふたの上部についているおもりにより圧力を調節するしくみになっているため、このおもりが回転しはじめてから滅菌時間を測定した。ただし内部に入れている水の

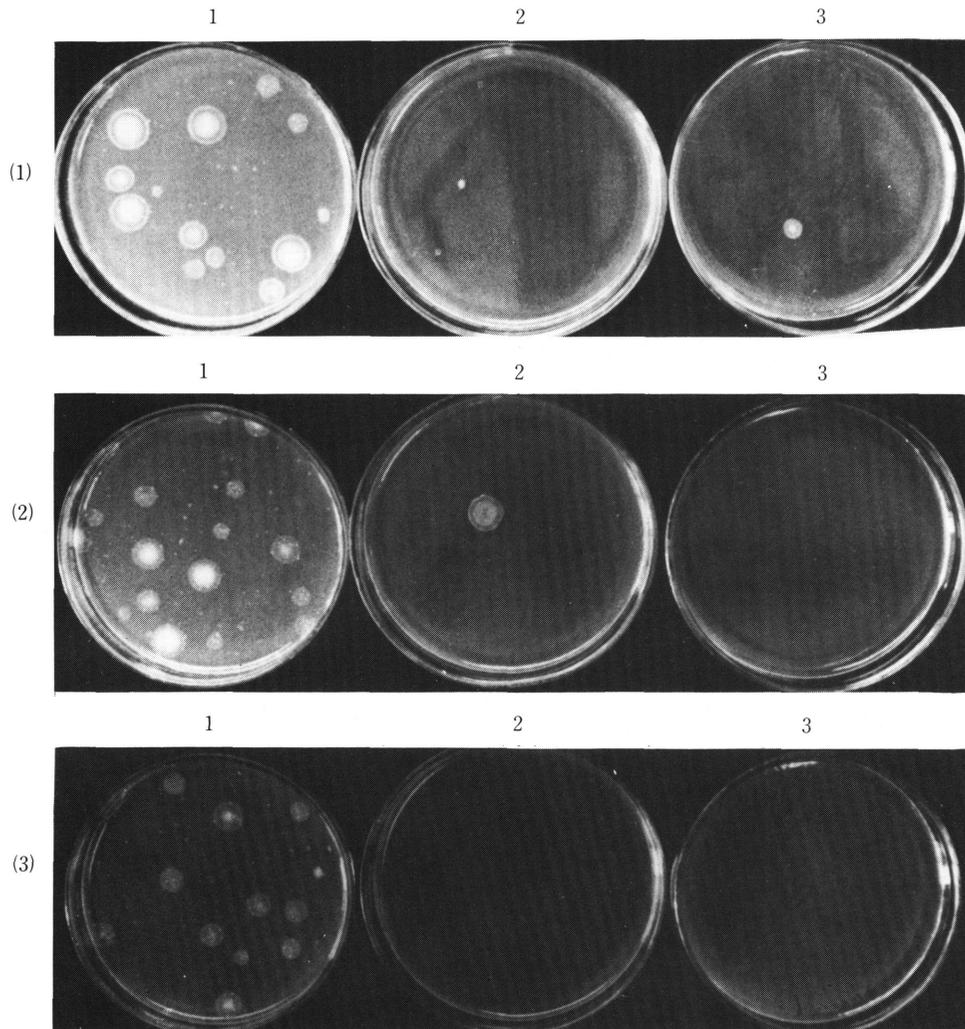


写真5 蒸し器を使用した場合の滅菌のようす

(1)：0.5時間蒸し器滅菌した場合

(2)：1時間蒸し器滅菌した場合

(3)：1.5時間蒸し器滅菌した場合

1：1回滅菌 2：2回滅菌 3：3回滅菌

蒸発がはやいため、10分間加熱したのち火からおろし10分間放置することによって、圧力を下げ再び水を加えて10分間加熱した。圧力釜を利用した場合の滅菌率は、蒸し器の場合と同じように表1の実験系1と4を比較して計算した。この結果を表4に示す。

この結果圧力釜で20分間加熱すれば、培地は完全に滅菌されることがわかった。

一方微生物の培地作成の際用いる水は、一般に培地中の栄養素、あるいは微量元素に影響を与えて微生物の生育を阻害することのないように、イオン交換樹脂式純水製造装置を用いて作成した純水（もしくは蒸留水）を使用する。しかしはじめに述べたように、小学校・中学校の現状を考えると、蒸留水の代わりに水道水を用いざるをえないのではないか

表4 圧力釜を使用した場合の滅菌率

乾熱滅菌	湿熱滅菌	滅菌率			
		液体培地		寒天培地	
		100ml	25ml	100ml	25ml
乾熱滅菌器	オートクレーブ	100%	100%	100%	100%
	圧力釜	100	100	100	100

表5 水道水を使用した場合の滅菌率

乾熱滅菌	湿熱滅菌		滅菌率					
			液体培地		寒天培地			
			滅菌時間	滅菌回数	100ml	25ml	100ml	25ml
乾熱滅菌器	オートクレーブ		100%	100%	100%	100%		
乾熱滅菌器	蒸し器	0.5	時間	1回	0	0	0	0
			2	0	50	33	33	
			3	33	83	33	83	
		1.0	1	0	0	0	0	0
			2	50	100	0	25	
			3	100	100	100	100	
		1.5	1	0	0	0	0	
			2	33	100	58	67	
			3	100	100	100	100	
乾熱滅菌器	圧力釜		100	100	100	100		

と考え、水道水を用いた微生物の培地作成が可能かどうかを調べた。滅菌器具は家庭用ガスオープン、蒸し器、あるいは圧力釜を使用した。この結果を表5に示す。

以上蒸留水もしくは水道水を使用した場合の湿熱滅菌系の滅菌率をまとめて示すと、表6のようになる。これによると水道水もしくは蒸留水を使用しても、滅菌率はほとんど差がないことがわかった。しかし先に述べたように、水道水は菌の生育に影響を及ぼす成分を含んでいるのではないかと考え、水道水で作成した培地に大腸菌を植え、37°Cで培養し、その生育状態を蒸留水の場合と比較した。この結果菌の生育は、水道水と蒸留水との間に差は見られなかった。この結果水道水は本実験のような微生物の培養液作成の際、一般に用いられている蒸留水の代わりに使用できることがわかった。

以上のように家庭用ガスオープン、蒸し器、圧力釜を組み合わせることにより、時間的にも短く取扱いも簡単な滅菌系を作ることができた。また蒸留水の代わりに水道水を使用しても大腸菌の生育には支障がないことから、水道水を培地調整に使うことができることもわかった。

一方微生物の生育に必要な恒温器を前述の方法で自作した。この恒温器が一般的に微生物に最適とされる37°Cの温度を保つことができ、長時間の使用に耐え得るかどうかということについて24時間連続して器内温度を測定した。この結果図1のように、37°C±1.5°Cの

表6 各種簡易滅菌系の滅菌率

培地作成の さい用いる 水	乾熱滅菌	湿熱滅菌		滅菌率					
		滅菌時間	滅菌回数	液体培地		寒天培地			
				100ml	25ml	100ml	25ml		
蒸留水	乾熱滅菌器	オートクレーブ		100%	100%	100%	100%		
	家庭用 ガスオープン	蒸し器	0.5 時間	1回	0	0	0	0	
				2	33	33	0	0	
				3	66	100	25	50	
			1.0	1	0	0	0	0	
				2	50	100	13	0	
				3	100	100	75	100	
			1.5	1	0	0	0	0	
				2	100	100	100	50	
				3	100	100	100	100	
		圧力釜		100	100	100	100		
		水道水	乾熱滅菌器	オートクレーブ		100	100	100	100
			家庭用 ガスオープン	蒸し器	0.5 時間	1	0	0	0
	2					0	50	33	33
3	33					83	33	83	
1.0	1				0	0	0	0	
	2				50	100	0	25	
	3				100	100	100	100	
1.5	1				0	0	0	0	
	2				33	100	58	68	
	3				100	100	100	100	
圧力釜				100	100	100	100		

温度を保った。

この恒温器の熱源に使用した家庭用電気ごたつヒーターユニットは、赤外線ランプを使用しているため、菌を正常に生育させることができるかを下記のようにして調べた。まず市販されている恒温器と自作恒温器の中に、大腸菌を植えた寒天培地を入れ、24時間培養しその生育状態を比較した。この結果菌の生育に関して、自作恒温器と市販の恒温器との間に差は見られず、また室温に放置していた寒天培地では、菌の生育はほとんどみられなかった。つまり自作恒温器の温度変化や赤外線ランプは、

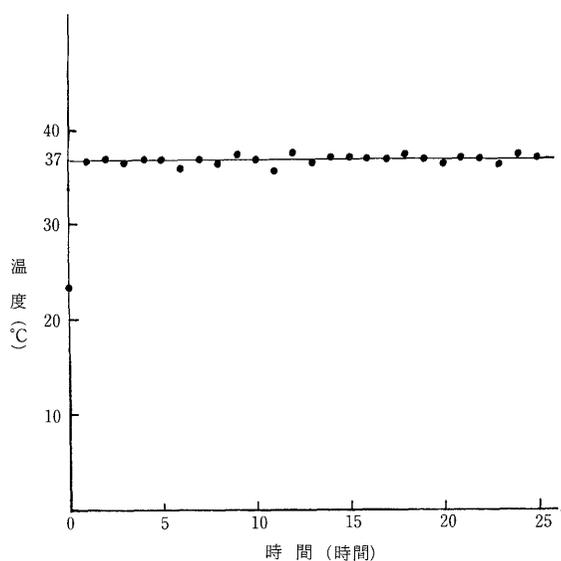


図1 自作恒温器の温度変化

菌の生育にはほとんど影響を及ぼさず、自作恒温器が市販の恒温器の代用として使用できることがわかった。

微生物の教材を教育現場で効率よく学習させるためには、対象となる学年の検討、児童のレディネスの把握が必要である。そのため方法のところでものべたようなアンケート調査を行った。このアンケートは参考資料として掲げてある。児童たちは、六学年までに動植物の生活様式の学習を済ませている。これらの概念がうまく構成されているかを調べた項目が、①から③である。④から⑥までは六学年で学習する水中の生物についての質問であり、⑦と⑧は日常生活でよくみられるカビや腐敗についての理解度をたずねたものである。⑨と⑩は、一般に微生物がバイキンとして認識されていることを考えて、バイキンへの関心を聞いたものである。多細胞生物の動物、植物の生活様式についての知識は、比較的正確であり、小さい生物の生活様式についても表7のように大部分の児童が正しく理解している。また表8のようにカビや腐敗についても、ほとんどの児童が正確な認識を持っている。このような認識は、主に学校で形成されたものと、主に家庭で形成されたものがあるが、微生物に関しては表9のように後者に分類されるべきではないかと思われる。またこの結果から小学校に入る前に、何らかの学習がなされていることははっきりした。しかし表9でみられるように微生物を「きたないもの」とする意識は、微生物の中には「きたないもの」と「有用なもの」とが存在しているというように、改めていかなければ自然

表7 アンケート調査の結果(1)

○水の中には、目に見えないような生物が生活していると思いますか。

その生物の名前

	男子	女子	計
思　　う	35名	34名	69名
思わない	0	1	1
わからない	1	0	1

名　　前	男子	女子	計	名　　前	男子	女子	計
プランクトン	13名	7名	20名	ミドリムシ	1名	0名	1名
ミジンコ	4	9	13	ボルボックス	0	1	1
ミカヅキモ	4	5	9	クンショウモ	0	1	1
ゾウリムシ	2	6	8	ヒ　　ル	0	1	1
アオミドロ	1	2	3	虫　菌　の　虫	1	0	1
イカダモ	2	1	3	そ　　の　　他	0	1	1
アメーバー	2	0	2	無　　答	6	5	11

○その目に見えないような生物は、何を食べて生活していますか。

	男子	女子	計
水や太陽で生活している	4名	5名	9名
より小さい生物を食べて生活している	4	9	13
植物のように水や太陽などで生活している生物と、他の小さな生物を食べて生活しているもの二通りがある	27	20	47

表8 アンケート調査の結果(2)

○パンやもちを何日もそのままにしておくと、黒くなったり緑色になつたりしますネ。

- ・このようなパンやもちを見たことがありますか。

	男子	女子	計
あ る	34名	33名	67名
な い	2	2	4

- ・この黒い所や緑の所はだんだん大きくひろがりますか。

	男子	女子	計
ひ ろ が る	34名	35名	69名
ひろがらない	1	1	2

- ・この黒や緑にどうしてなるのでしょうか。

	男子	女子	計
パンやもちが変色するため	1名	1名	2名
パンやもちに黒いカビや緑のカビがつくため	35	34	69

○食物を何日もおいておくとくさつてくることがありますネ。

- ・くさつた食物をみたことがありますか。

	男子	女子	計
あ る	35名	32名	67名
な い	1	3	4

- ・どうして食物はくさるのでしょうか。

	男子	女子	計
食物がふるくなってとけだすから	2名	0名	2名
食物にカビがつくから	4	9	13
食物にカビや目に見えない生物がつくため	30	26	56

表9 アンケート調査の結果(3)

○バイキンについて

- ・あなたはバイキンという言葉を知っていますか

	男子	女子	計
知っている	35名	33名	68名
知らない	1	2	3

- ・バイキンとはどういうものですか

	男子	女子	計		男子	女子	計
きたないもの	20名	10名	30名	害を与えるもの	2名	2名	4名
病気になるもと	4	8	12	よごれをもっているもの	2	0	2
目に見えないもの	4	4	8	カビ・ゴキブリついているもの	1	0	1
ご ん	1	4	5	菌	0	1	1

- ・バイキンの話はだれから聞きましたか

	男子	女子	計
先生から	4名	9名	13名
両親から	24	22	46
友だちから	0	2	2
お医者さんから	8	2	10
きいたことがない	0	0	0

- ・バイキンの話はいつごろ聞きましたか

	男子	女子	計
幼稚園に入るまえ	10名	7名	17名
幼稚園時代	16	20	36
小学校1, 2年生ごろ	6	8	14
小学校3, 4年生ごろ	4	0	4

- ・あなたはバイキンを見たことがありますか

	男子	女子	計
あ る	27名	22名	49名
な い	10	12	22

- ・あなたはいろいろなバイキンを見たいと思いますか

	男子	女子	計
思 う	29名	10名	39名
思わない	7	25	32

- ・バイキンをどこでみましたか

	男子	女子	計		男子	女子	計
テレビ	16名	12名	28名	家	1名	0名	1名
保健室	3	2	5	スライド	1	1	2
写真	2	5	7	その他	0	1	1

- ・バイキンを直接目で見るためにはどうしたらいいでしょうか

	男子	女子	計
目に見えるようにはならない	1名	1名	2名
顕微鏡などで拡大すればよい	32	32	64
顕微鏡を使わないでも、バイキンをふやしてやればよい	0	0	0
わからない	3	2	5

界の調和を十分に理解できないのではなかろうか。また顕微鏡でしか微生物を見ることができないという概念も打ちやぶる必要がある。

そこで最初に児童が微生物について考える機会を持つ幼稚園の領域「健康」の中の「手を洗おう」という単元に注目した。これは幼稚園教育要領「健康」の中に、「健康な生活に必要な習慣や態度を身につける」という目標がかかげられており、その指導として「手洗いやうがいなど日常身近なことを実践させると共に、視聴覚教材などの利用によって、伝染病やその他の病気の予防の仕方などについて気付かせる」と述べられている。⁽⁷⁾

またこの時期の児童にとっては、テレビというものが非常に身近であるということ、大多数の幼稚園教諭が簡単に微生物を取扱うことができないことなどを考えあわせ、「手の実験—手を洗いましょう」という題材でビデオ教材を試作した。

ビデオ教材の内容は次の通りである。

1. 公園や野外で遊ぶ児童のようす
2. 児童が帰宅するようす
3. 帰宅した児童の手がどのように汚れているかを知らせるために、石けんで洗う前の手と洗った後の手を、シャーレ内の栄養培地の上に押しつける作業のようす
4. 24時間培養したそれぞれのシャーレに、どのように菌が生育しているかを見ているようす
5. 手を押しつけた培地と押しつけなかった培地における菌の生育状態の比較、並びに洗う前の手についている菌と、洗ったあとの手についている菌の量的な比較を行わせるための説明
6. 菌の生育度から手を洗わなくてはいけないことの結論づけのようす

この内容を約15分のフィルムに納め、幼稚園児にみせる前に幼稚園の教諭に視聴し

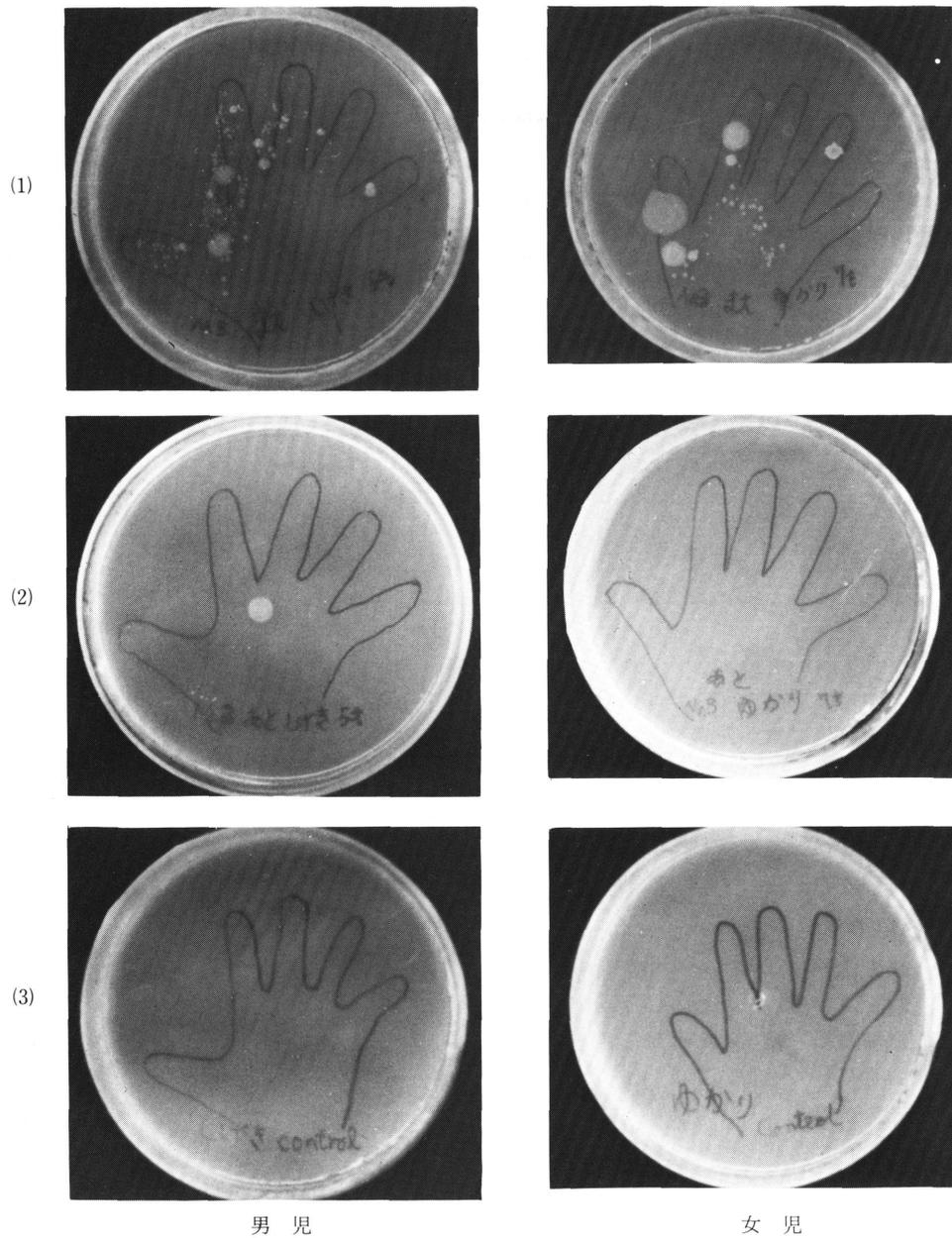


写真6 児童の手についているバクテリアの生育状況

- (1) 手を洗うまえに触れた培地
- (2) 手を洗った後で触れた培地
- (3) 手を触れなかった培地

でもらった。この時使用した写真を写真6として示す。

考 察

微生物を教材化するにあたっては、従来より必要とされる器具の不足、教師の操作上の不慣れ、および準備やあとかたづけの時間不足などが問題点として提起されてきている。だから本研究においては、取扱いが簡便で、安価な滅菌用器具の開発および製作をおこなった。まず一般に使用されている乾熱滅菌器の代わりに、家庭用ガスオーブンをを用いた。この場合の滅菌率は乾熱滅菌器と同様100%であった。ガスオーブンは乾熱滅菌器に比較すると小型であるので、一度に多量の器具を滅菌することはできないが、ガラス器具等を工夫して入れることにより、多量的には補えるのではないかと思われる。またガスオーブンは電気を熱源とした乾熱滅菌器に比べ温度上昇や下降も速いので、一定温度(約160°C)に達するまでの時間や、室温まで下がる時間は短くてすみ、乾熱時間の短縮が可能となった。しかしガスを使用しているため、オーブンから目を離すことができないという欠点ももちあわせている。

次に市販の湿熱滅菌用のオートクレーブに代わるものとして、蒸し器および圧力釜を考え、その滅菌率について調べた。その結果蒸し器は1時間の加熱をし、24時間の室温放置をはさむ三回の間欠滅菌を行うことにより、ほぼ完全に滅菌できることがわかった。従来は30分の加熱を三回繰り返す方法でほぼ大丈夫だと言われていたが、家庭用蒸し器を使った方法では1時間の加熱が必要となる。そこで1時間の蒸気滅菌を三回も行うことで培地中の成分が変化し、菌の生育を抑制する可能性があるのではないかと考え、間欠滅菌を三回行った栄養培地に大腸菌を植え、その生育状態をオートクレーブで滅菌した培地の場合と比較した。この結果両者に差は見られなかった。よって1時間の間欠滅菌を行っても、栄養培地に菌の生育を抑制するような変化は起っていないと考えられる。

また蒸し器の滅菌率を見ると、培地量の差によって滅菌率が変化しており、また液体培地と寒天培地との間に滅菌率の差が見られる。つまり表6において蒸留水を使った寒天培地の場合、1時間の滅菌二回の場合と、1.5時間の滅菌二回の場合以外は、培地量が多いと滅菌率が悪くなっている。これは培地量の多少、容器の大小により、熱の伝導が微妙に変化する結果と思われる。また液体培地と寒天培地の滅菌率の差は、表6のように水道水使用による、1.5時間、二回滅菌の100ml培地の場合を除いて、液体培地の方が滅菌率が高くなっている。これは寒天を加えることによって熱の伝導が悪くなってしまうためか、寒天中に熱に強いバクテリアが含まれている結果ではないかと考えられる。

次に圧力釜を使用する場合は、20分の滅菌ですみ蒸し器と比較して時間的に短縮できる。しかしこの場合も火力調整が必要で、圧力釜から目を離すことができないという欠点を持っている。

自作恒温器は温度を37°C前後に保て、微生物の生育に適する条件を満たすことができたが、家庭用電気ごたつを用いているため長時間(24時間以上)の使用については少し不安は残るが、温度ヒューズも入っているため安全面ではまず大丈夫ではないかと考えられる。また箱を製作するにあたっては、熱があまり逃げないように細心の注意が必要である。

この結果から、乾熱滅菌器→オートクレーブ→恒温器といった従来の滅菌系に代わり、家庭用ガスオーブン→圧力釜(あるいは蒸し器)→電気ごたつの恒温器といった一般家庭

に広く普及している電気製品を組みあわせた簡易滅菌系を開発することができた。それゆえ高価な乾熱滅菌器とオートクレーブがなくても、児童に微生物を見せることや、あるいは実際に菌の採集を行わせることができるようになったのではないと思われる。このように時間短縮および安価化に関しては一応の成果をあげたつもりであるが、教師が微生物の取扱いに不慣れであるという点に関しては、教員養成の場である大学や教育現場におけるより適切な指導を望む必要がある。

微生物を使った授業ができる最年少の学年を考えると、まず衛生の面でバクテリアを児童に理解させる必要がある幼稚園の授業である。この健康領域の学習に焦点をあわせると二通りの学習形態が考えられる。一つは視聴覚教材として学習させる方法、もう一つは実際に児童の手についたバクテリアを生育させる方法である。

前者については方法のところでも述べたように、二人の児童を中心にして手の汚れを強調したビデオを製作したが、技術的にまだ未熟であるため幼稚園教諭とも話し合った結果、十分な効果が得られない影像にすぎないと判断し、現場の教諭がこの実験の一連の作業を確認するための資料とした。しかし映写技術が向上すれば十分教材として使用できるものと思われる。しかし今一つ重要なことは、映像に出てくるコロニーがどのような意味をもつのか、どうしてそのような形態をとるのか、またそれが実際に生活の上でどのようにかわりあっているのかといったことから、幼稚園児にどのように理解させるかということである。これについては幼稚園の現状をよく理解したうえで今後の検討課題としたい。

要 約

生物界に広汎に生育している微生物を学習することは、生物界の調和を学習する際にも非常に役立つのではないかと考え、微生物を広く理科学習の中に組みこむことの第一歩として、安価で使用が容易な器具を使用しての滅菌系の開発を試みた。一般に使用されている乾熱滅菌器の代わりにガスオーブンを、またオートクレーブの代わりに蒸し器、圧力釜を用い、もともと培地中に含まれているいろいろな菌をどの程度死滅させることができるかという滅菌率を調べた。

その結果乾熱滅菌にガスオーブン、湿熱滅菌に蒸し器、圧力釜を用いてもその役割を十分に果たすことがわかった。また微生物の生育には恒温器が必要なのであるが、これも自作することによって安価化を図った。以上の結果従来より使われていた乾熱滅菌器→オートクレーブ→恒温器といった滅菌系の代わりに、家庭用ガスオーブン→圧力釜（もしくは蒸し器）→電気ごたつを使用した恒温器という安価で時間短縮ができる滅菌系を開発した。

一方微生物の教材化の基礎として、小学校六年生二クラスの児童に対して、微生物への認識やその知識がどの時期から児童に入ってくるか等の調査を行い、幼稚園時代において微生物に対する正しい認識をもたせる必要性を考察した。

引 用 文 献

- (1) 杉村幸子：中学校における教材としての微生物実験(1)～(3) 遺伝 No.4～6 1972 裳華房
- (2) 駒形和男：細菌を使ったやさしい実験①～⑦ 遺伝 No.11～12, No.1～5 1970, 1971 裳華房
- (3) 微生物教材化研究会：微生物による生物実験 三省堂
- (4) 橋本健夫：微生物を使う生物教材の研究1 紫外線が大腸菌におよぼす影響教材生物ニュースNo.14

- ⑧ 食物を何日もおいておくとくさってくることがありますネ。
- ④ くさった食物をみたことがありますか。
イ. ある ロ. な い
- ⑤ どうして食物はくさるのでしょうか。
イ. 食物が古くなってとけだすから ロ. 食物にカビがつくから
ハ. 食物にカビや目には見えない生物がつくため
- ⑨ 手を洗うことについて
- ④ あなたは、食事の前に必ず手を洗っていますか。
イ. 洗っている ロ. ときどきわすれるが洗っている ハ. 洗っていない
- ⑤ なぜ手を洗うのですか。
イ. 手を洗わないとおこられるから ロ. 手についた砂やどろをおとすため
ハ. 手はいろんな所をさわるから、砂やどろだけでなく、バイキンもついているから
- ⑩ バイキンについて
- ④ あなたはバイキンという言葉を知っていますか。
イ. 知っている ロ. 知らない
- ⑤ バイキンとはどういうものですか。
- ⑥
- ⑥ バイキンの話は、だれから聞きましたか。
イ. 先生から ロ. 両親から ハ. 友だちから
ニ. お医者さんから ホ. きいたことがない
- ⑦ バイキンの話は、いつごろ聞きましたか。
イ. 幼稚園に入るまえ ロ. 幼稚園時代
ハ. 小学校1, 2年生ごろ ニ. 小学校3, 4年生ごろ
- ⑧ あなたはバイキンを見たことがありますか。
イ. ある どこで ()
ロ. な い
- ⑨ バイキンを直接目で見るためには、どうしたらいいでしょうか。
イ. 目に見えるようにはならない
ロ. 顕微鏡などで拡大すればよい
ハ. 顕微鏡を使わないでも、バイキンをふやしてやれば目に見えるようになる。
- ⑩ あなたはいろいろなバイキンを見たいと思いますか。
イ. 思 う ロ. 思わない
- ⑪ 理科について
- ④ あなたは理科が好きですか。
イ. たいへん好き ロ. 好きになるときと嫌いになるときがある
ハ. 嫌 い
- ⑤ 理科がおもしろいと思うときは、どのようなときですか。
イ. 教室の外で理科の勉強をするとき
ロ. 実験をするとき
ハ. 工作物をつくるとき
ニ. 先生が、お話しをしてくれるとき
- ⑥ 理科でこんなことをしたらなあ、と思うことがあれば書いて下さい。