

## 目 的

昭和56年度から実施に入った学習指導要領では、人間性豊かな生徒の育成と、ゆとりあるしかも充実した学校生活ができることを基本理念としている。理科学習では「身近な自然の事象を通じた直接経験の重視」「生徒一人ひとりが自然を調べる活動を主体的にすすめることでより充実感のもてる学習」などが強調されている。

「生物どうしのつながり」の単元では、緑色植物が生産者として光合成をしている事実を日光・水・二酸化炭素との関連でとらえさせることになっている。緑葉での同化でんぷんの検出については、長年にわたって、生葉を熱アルコールで脱色する方法がとられてきた。しかし、教育現場での実態では、次のような問題点のため指導要領の意図を具現する学習活動になっていないことが多い。

(問題点)

### 1. 素材となる葉が限定される。

○軟らかい葉では操作しにくい。○硬い葉、肉厚な葉では脱色が困難である。○葉緑素以外の色素が残るためヨウ素反応の鮮明な青紫色を呈さない葉が多い。

2. 採集した葉は採集時の状態で保存できない(でんぷんの分解がすすむ)。

### 3. 実験操作を個別化するのには困難である。

○アルコールを加熱するため引火の危険や気化による空気汚染がある。○多量のアルコールを消費する。○脱色に時間を要し、1時間内に多くの結果を得るのは難しい。

本来、生徒は教師の都合で動くものではない。ある生徒が、マツヤスギナで同化でんぷんを調べようとしたとき、従来の方法では不可能である。しかし、マツヤスギナでも葉の形状通りに鮮明な青紫色を呈して、でんぷん検出ができれば、その

生徒にとっては大きな感動体験となる。さらに、その生徒は学級のなかで結論を生み出す主体者として充実感をもつことになる。

本研究では、先の問題点を解消し、身近な緑葉がすべて生徒個々の活動に位置づき、どんな葉(でんぷん葉)でもヨウ素反応の青紫色を確認できる簡単で安全な方法を生み出すことを課題として取り組んだものである。

## 概 要

先に述べた問題点を解消するため、次のことに着眼して研究をすすめた。

### 1. 着眼点

(1) 葉の液状成分のみを取り出せば、繊維分や表皮のキューチクルの影響がないため色を消すことは容易である。

(2) 取り出した液状成分を素早く乾燥すれば酵素のはたらきもなくなり、同化でんぷんは固定されるはずである。

### 2. 方法の開発点

(1) 同化でんぷんの検出を、身近な緑葉のすべてで可能にするために、葉内の液状成分のみを、簡単な操作で葉の形状通りに濾紙(またはペーパークロマト紙)にプリントする装置の自作。

(2) 濾紙にプリントした葉の液状成分の色素を簡単に漂白するくふう。

## 実験方法とその効果

### 1. たたき台の製作

金槌で叩いても破壊せず、しかも、叩く力が分散して葉の形状が美しくプリントできるように、硬板としてのアクリル板と軟板としてのビニール板を用意する。アクリル板は丸のこ、ビニール板はカッターで切断し、図1のように組み立てる(写真1)。

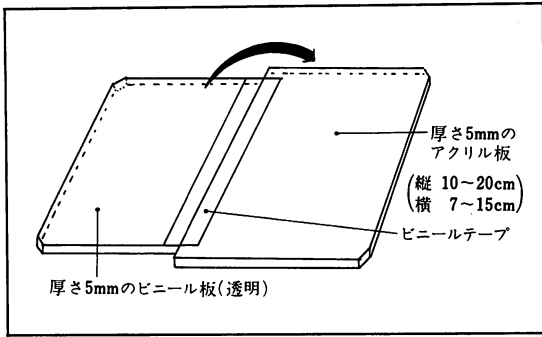


図1 葉を濾紙にプリントするたたき台

【注】写真1～12、14～16は82、83頁に掲載

## 2. 濾紙への葉のプリント

【実験1】採集した葉を図2のように濾紙（またはペーパークロマト紙）の間にはさみ、たたき台にセットして、平らな台や床の上に置き、金槌で叩く（写真2～7）。

（効果）

- (1) 5mm厚のビニール板は強打しても破損せず力を分散させ、短時間でプリントするのに有効である（クズの葉で約30回…10～20秒）。
- (2) 透明板なので叩き具合を確認しながらできる。
- (3) 肉厚な葉や硬い葉でもプリントできるため、ほとんどの葉を素材にすることができる（ただ

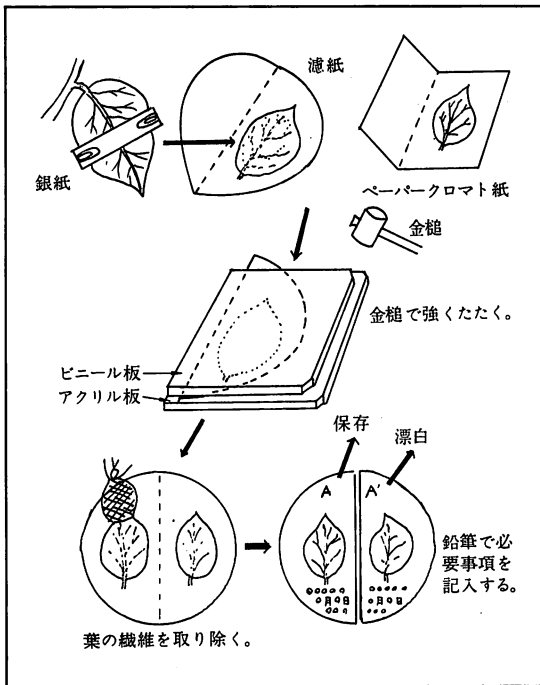


図2 濾紙への葉のプリント方法

- し、肉厚なものでは葉形の周囲へにじみ出る）。
- (4) プリントした濾紙は鉛筆でメモができ、以後の操作もし易い。
- (5) 1枚の葉から2枚のプリント（葉裏の方が葉脈も明確で鮮明）ができるため、2分して、1枚は残し、他の1枚を以後の操作に使用し、最後に比較したり、資料として残すことができる。
- (6) プリントした濾紙は直射日光に当てなければ長期間、はじめの状態で保存できる（紅葉もその色の状態で残せる）。

## 3. プリントした濾紙の漂白とヨウ素反応

プリントされた葉形は液状成分であるので、70℃～80℃の湯せんしたアルコールの中(1～2分)で脱色できる。しかし、葉緑素は抜けても、他の色素が残り、褐色や赤味を呈することが多いので、次の方法が便利である。

【実験2】プリントした濾紙を家庭台所用漂白剤（塩素系）で漂白する（写真8～12）。

- (1) 漂白剤（朝日→ブリーチ、ライオン→ブライト、花王→ハイター）を約10倍（10%）に希釈し、その液に濾紙を浸す。
- (2) 2～3分で色が薄くなってきたら水洗いして湯に1～2分つける。
- (3) 湯につけると、ほぼ完全に色が消え、どこに葉形があったか判断できないほどになるので、それを水で冷やした後、ヨウ素ヨウ化カリウム溶液に浸す。
- (4) 同化でんぷんがあればどんな葉でも青紫色～濃藍色に染まる。葉の部分以外にヨウ素液が浸み込んでいるので水洗いしてもよい。

（結果）

身近な植物について、いろいろな時期に調べた結果は表のようである。

（効果）

- (1) 家庭用の材料で漂白でき、希釈水のため安全に家庭でも取り組めるため、自由研究への発展性が高い。
- (2) ヨウ素反応では無色化した濾紙に鮮明に青紫色が現われてくるため、感動的である。
- (3) 表のように野外の雑草で調べることができ、雨の日の葉、冬季の冬越しの葉でも同化でんぷんが検出できる。

## 4. たたき染め法の発展

【実験3】葉への日照時間の差によるヨウ素反応

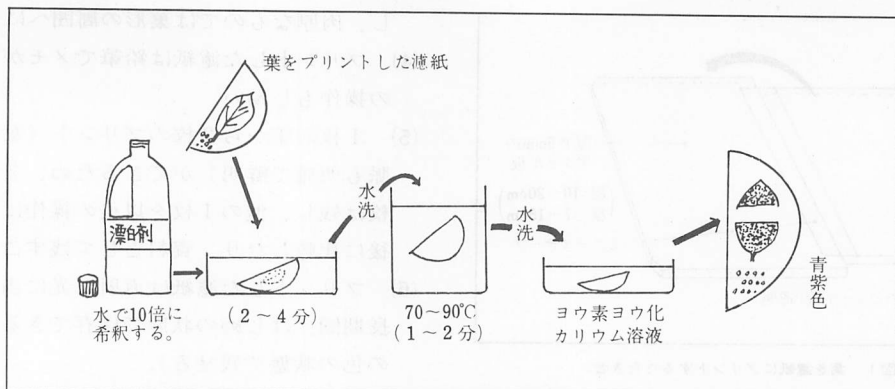


図3 プリントした濾紙の漂白とヨウ素反応

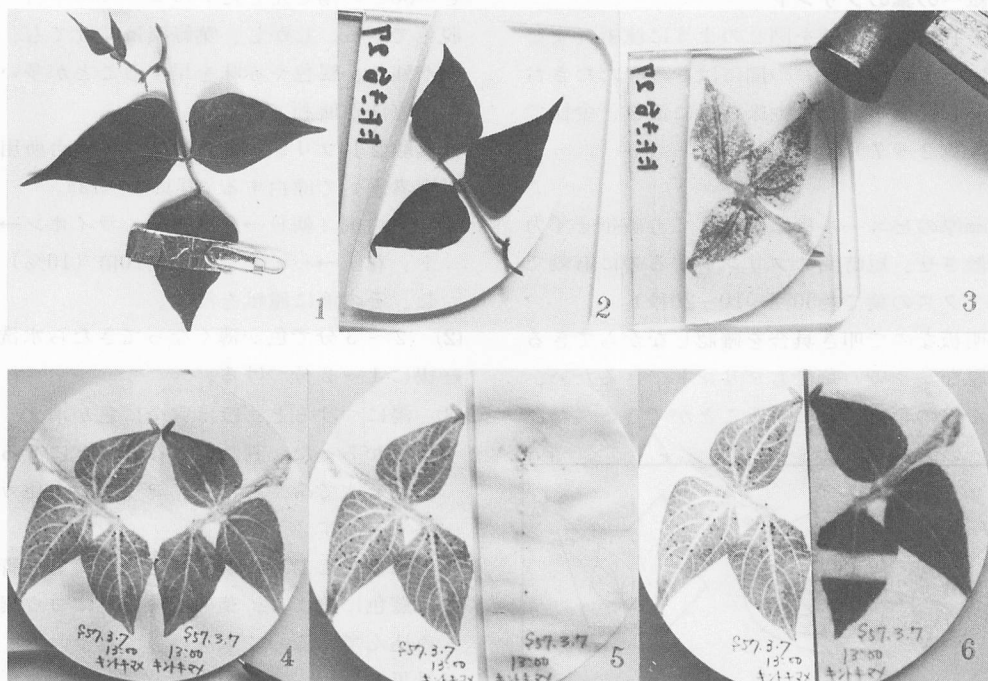


写真13 緑葉での同化でんぷんを検出するまでの過程

1. 銀紙を当てておいた葉
2. 濾紙にはさむ。
3. たたき台にはさんで金槌で叩く。
4. 濾紙にプリントされた葉形
5. 台所用漂白剤で漂白(右)
6. ヨウ素反応の結果(右)

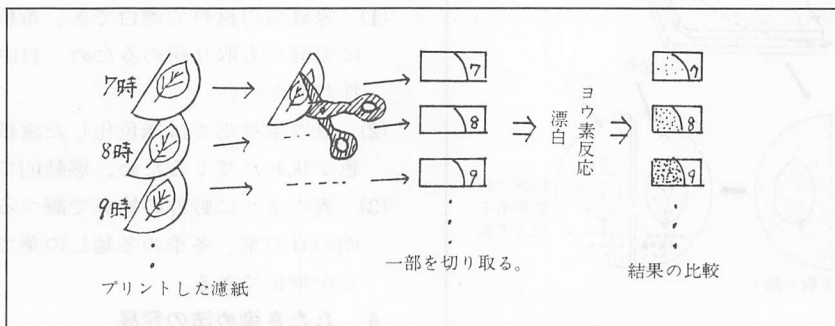


図4 日照時間差によるヨウ素反応の変化

表 たたき染めて調べた緑葉でのヨウ素反応の結果 (昭和56年7月~昭和57年1月)

実験した 植物名	月日	7. 20	8. 20	10. 2	10. 20	12. 5	1. 5	1. 20	1. 25
	時刻	11:00-13:00	13:00	10:00	13:00	12:00	13:00	11:00	15:00
	天気	晴	晴	くもり	小雨	くもり	晴	晴	晴
	9時気温	31.0℃	29.0	24.5	15.5	4.5	11.5	1.5	3.0
備考				一日中小雨		野草では越冬状態の葉	※残雪の間の植物	越冬状態の葉	
野 草	アレチヌスビトハギ	◎	≡	≡	+	+	≡		+
	シロツメクサ	◎	+	≡	+		+		
	ムラサキカタバミ	◎	+	+	+				
	カタバミ	◎	≡	≡	+		+		
	イシミカワ	◎	≡	≡		+			
	ヤブガラシ	◎	≡	≡					
	ヨモギ	◎	≡	≡	≡	≡	≡	+	
	セイトカアワダチソウ	○	≡	≡	≡	+	+		+
	ヒメジョオン	△	+	+	+				
	アレチマツヨイグサ	○	≡						
ホナガイヌビユ	△	+							
ホオズキ	○	≡							
ヤブマメ	◎	≡							
ヤマノイモ	◎	≡		≡					
ウマゴヤシ	○	≡	≡						
ミゾソバ	◎	≡		≡	≡				
クズ	◎		≡	≡	≡				
シダ (シダ類)	◎		+	+					
チョウチンゴケ (コケ類)	○								
カラスノエンドウ	◎		≡	≡		+		+	
オオヂシバリ	○			+			+		
オオバコ (単子)	○		≡	≡			+		
ナズナ	○					+	+		
オオイヌノフグリ	○					≡	≡	+	
タネツケバナ	○						≡	+	
ツユクサ (単子)	○			≡	≡				
ハコベ	○						≡		
スギナ (シダ類)	○					+			
スズメノエンドウ	◎							+	
カスマグサ	◎							+	
ハルジョオン	○							+	
セリ	◎		≡	≡				(+)	
ギシギシ	△		≡					+	
ゲンゲ	○							+	
ノボロギク	○							+	
オオアレチノギク	◎							+	
トウカイタンポポ	△							+	
スズメノカタビラ(単子)	◎							-	
スイバ	△							+	
裁 培 種	キントキマメ	◎	≡	≡	(+)	(+)	(≡)		(+)
	サツマイモ	◎	≡	≡					
	ジャガイモ	△	≡						
	ヒマワリ	○	≡						
	キク	◎	≡		≡	+			
	アサガオ	◎	≡	≡					
	アジサイ	△		≡		+			
	ラッキョウ (単子)	○			-				
	アブラナ	△	≡				≡	≡	
	ダイコン	△							+
木 本	フジ	◎	≡			(≡)			
	チャ	○	≡						
	マツ (裸子)	○	≡	≡	+	≡			+
	イヌマキ (〃)	○	+						
	イチヨウ (〃)	△	+	+	+				
	サツキ	△	+	+					
カイズカイブキ (裸子)	○			+	+				
ノイバラ	○							+	

(注) ●たたいたときのプリントの状況 (◎よい ○ふつう △わるい)

●ヨウ素反応の結果 (-反応なし +反応が確認できるうす青紫色)

≡反応が明確な青紫色 ≡濃い青紫色~藍色)

●( )は室内での栽培種

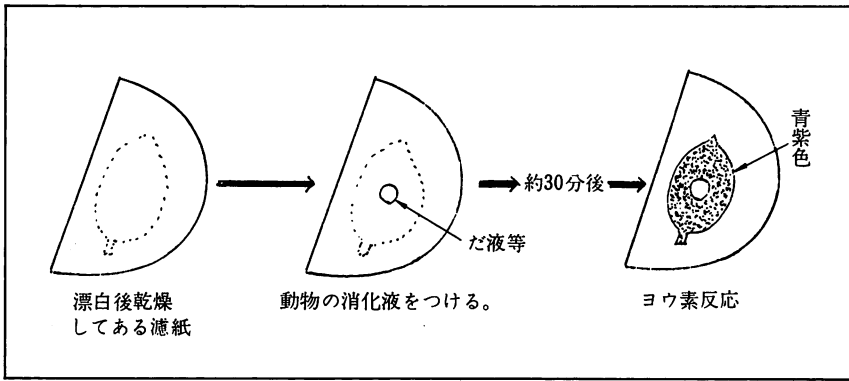


図5 同化でんぷんを用いた分解の実験

の変化

各時刻で採集した葉をたたき台でプリントし、全部がそろった段階で同条件で漂白し、ヨウ素反応を調べる。

(効果)

- (1) たたき染めした濾紙は数ヵ月間放置しても、乾燥しているため変質しないで採集時と同じ反応を示す。
- (2) 各時刻の結果を同じ条件で操作し、同時に反応の濃さを比較できるため結果が明確になる(写真14)。

【実験4】同化でんぷんの分解(酵素のはたらき)

漂白を終えた濾紙を熱湯につけ、それを乾燥しておく。その濾紙には同化でんぷんが固定されている。

必要なときに、その一部へ、動物の体液や人のだ液をつけてしばらく放置し、ヨウ素反応を調べる。

(効果)

だ液をつけた所はヨウ素反応を示さないことから、同化でんぷんが分解されたことがわかる。葉での同化でんぷんを直接用いて、生産者と消費者の関連を一体的に把握できるため、有効である。

【実験5】植物体全体のプリント

根、茎、葉の植物体全体を大型のたたき台でパークロマト紙にプリントし、ヨウ素反応を調

べる(写真15、16)。

(効果)

植物体各部の同化でんぷん量、活動状況の違いを視覚でとらえることができる。

### その他補遺事項

1. 教育センター講座の内容の一つとして現場の先生方に紹介し、実習していただいた。その結果「従来の方法による悩みが解消できる」「低辺の生徒もよろこんで取り組んだ」「家庭にあるもので安全にでんぷん検出ができるので、夏休みの科学作品に取り上げるようになった」等、好評であった。
2. 濾紙に美しく現われたヨウ素反応が、日数を経過するとヨウ素の昇華で消えていく(ヨウ素液につければ再現できるが)ため、学習の成果としての作品化への位置づけが弱い。
3. この研究では、先輩の野村俊朗指導主事をはじめ、当センターの各主事のアドバイスや講座に参加された先生方のいろいろなご意見に負うところも大きい。ここに感謝の意を表します。

研究者の所属機関所在地

〒500 岐阜県岐阜市藪田 8-88

岐阜県教育センター

TEL (0582) 71-3325

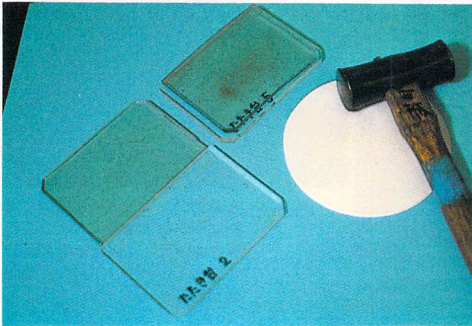


写真1 たたき台

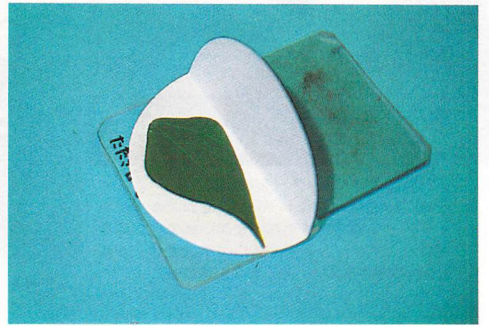


写真2 葉をろ紙にはさむ。

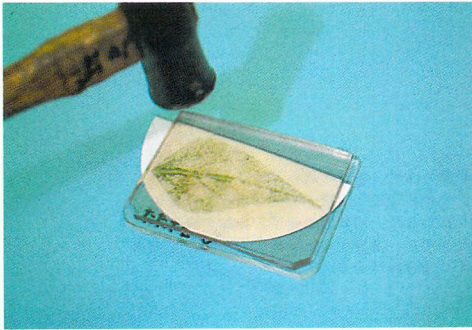


写真3 金槌で叩く。

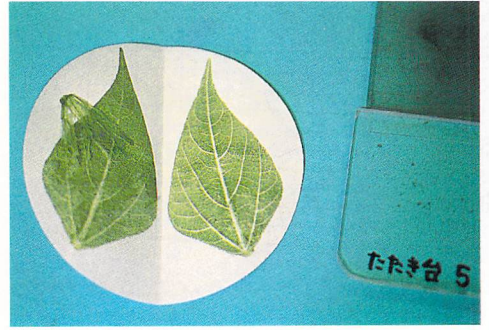


写真4 プリントされた葉（繊維分を取り除く）

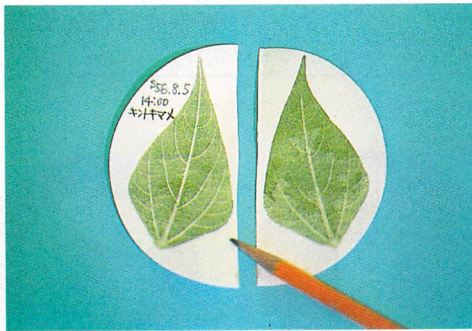


写真5 鉛筆でメモをする。

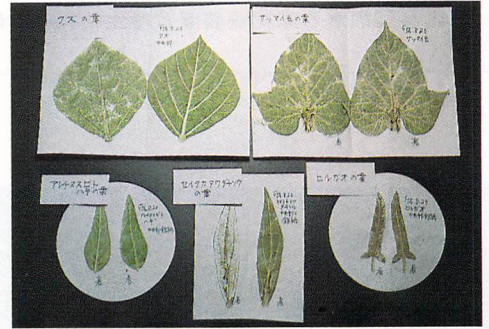


写真6 プリントしたいろいろな葉

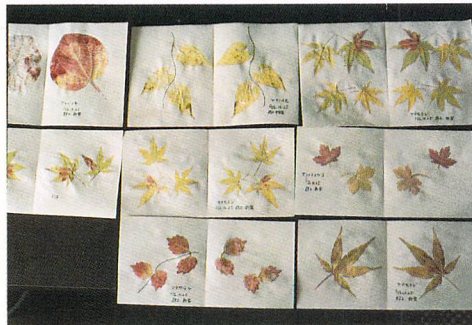


写真7 紅葉のプリント

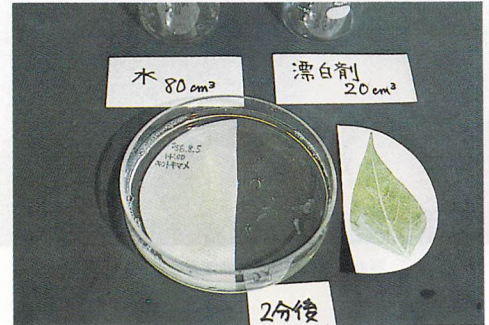


写真8 台所用漂白剤での漂白

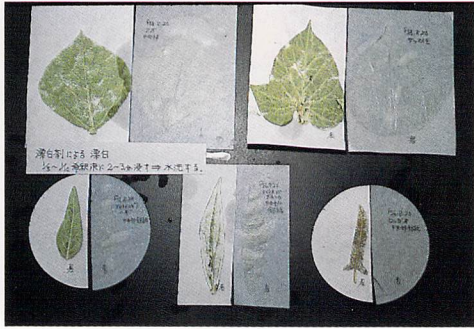


写真9 漂白されたる紙(右)

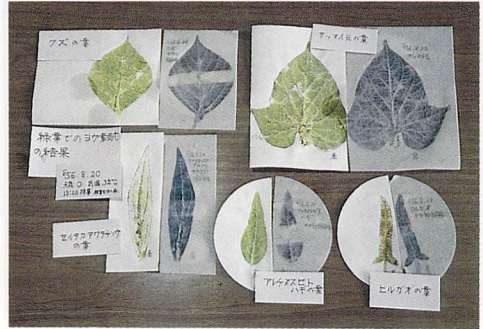


写真10 ヨウ素反応の結果



写真11 字抜きの銀紙を当てたクズの葉

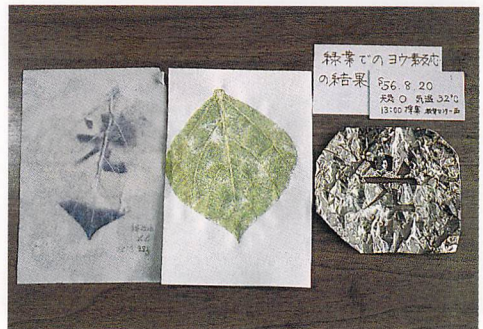


写真12 写真11のヨウ素反応の結果

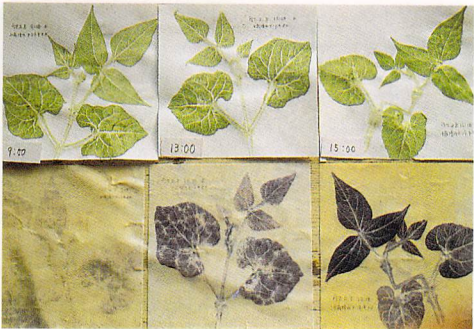


写真14 時刻差によるヨウ素反応



写真16 植物体全体のヨウ素反応

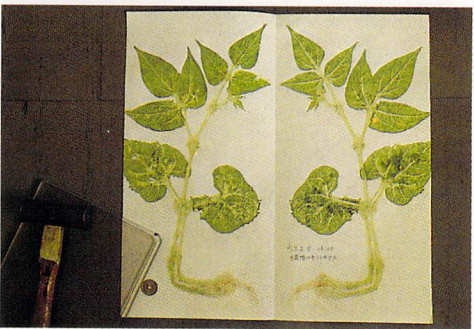


写真15 植物体全体のプリント