

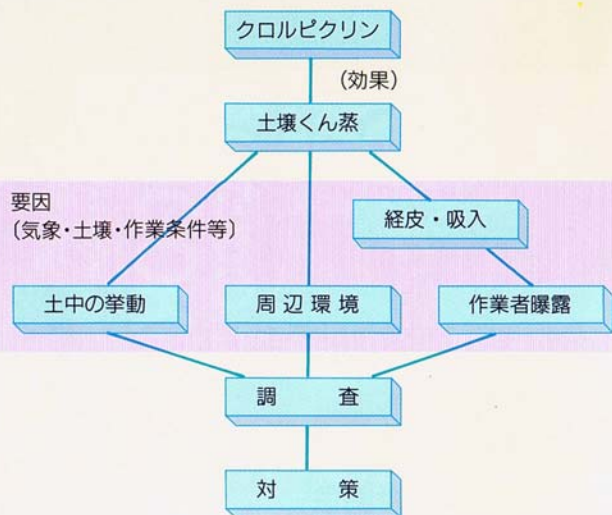
# クロルピクリン 環境読本



クロルピクリン研究会  
(社)日本くん蒸技術協会



## クロルピクリンの調査体系



# 環境調査とは何ですか。

四季折々、いろいろな作物が植えられている畑。土の中には様々な菌や線虫、昆虫が生息し、作物に被害を与えています。作物をより良く育てるためには、土壌を消毒しなくてはなりません。この土壌消毒剤として永年使われてきたのがクロルピクリンです。

現在、クロルピクリン研究会は日本くん蒸技術協会の協力を得て、土壌に注入されたクロルピクリンが環境へどのように影響を与えるのかを以下の視点により実態調査を行なっております。引き続き調査を継続中ですが、ある程度のデータがまとまり、ここにご報告いたします。

## 調査項目

- 作業環境調査 — ① 注入中の作業者への影響 — 作業者曝露  
② 作業中の気中濃度
- 周辺環境調査 — ③ 土壌から大気中への揮散状況  
④ 大気中での拡散状況  
⑤ 土壌中での拡散状況
- 気象観測



# 測定器具

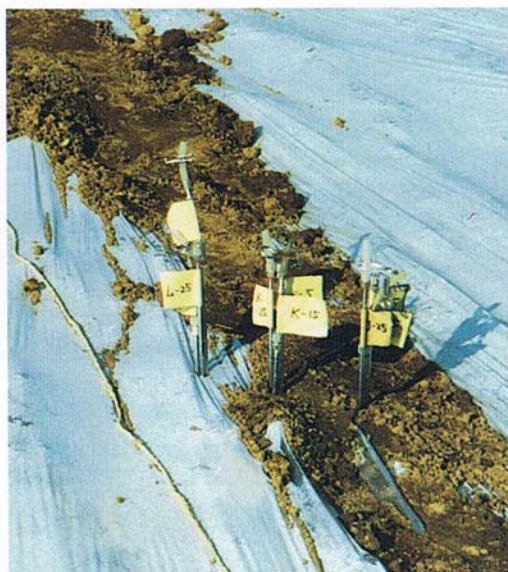


## ●自動ガス採取装置(オートサンプラー)

測定時間、測定間隔を任意に設定し、自動的にガスの捕集\*を行なう装置です。

## ●気象観測装置

環境測定には気象要因のチェックも重要です。風向、風速、温度、湿度を自動的に測定、記録する装置です。



## ●ガス採取管

灌注後の薬剤の土壤中拡散状況を測定するために、土壌中内の測定箇所採取管を埋め込み、ガスを採取します。



## ●ガスの採取



### ●発生量測定装置

土壤灌注後、ガス化した薬剤が土壤表面より揮散してきます。そのガスを測定する装置です。

### ●個人サンプラー装置

作業者へ装着し、作業時間中のガス濃度を測定します。



### ●テドラーバック

作業者の瞬間的な曝露を調べるために、ガス吸着の少ないこの容器によりガスを吸引捕集します。

#### \* ガスの捕集法

直接捕集法：ガスを空気ごと吸い込み、空気中のガス濃度をガスクロマトグラフ法などで分析する方法です。

固体捕集法：吸着剤にガスをいったん吸着させた後、化学処理で分離し、ガスクロマトグラフ法などで分析する方法です。

その他として、液体捕集法がありますが、現場でのガス剤の捕集には上記の二法が多く使われています。

# 作業時の環境調査

## ● 作業者への影響(作業者曝露)

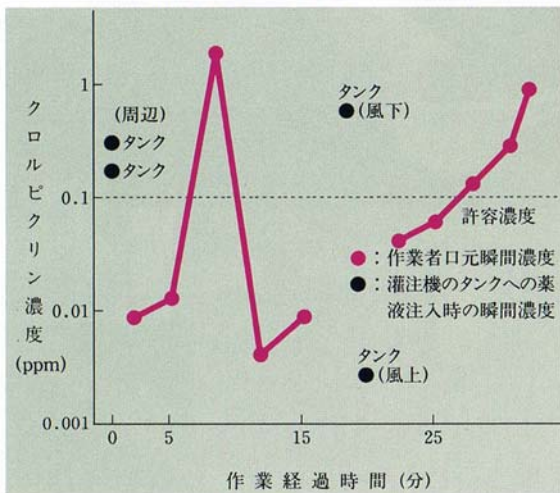
### 〔試験の目的〕

クロルピクリン処理作業の各段階で作業者はどのくらいのガス濃度の中で作業を行なっているのかを測定します。

### 〔試験方法〕

薬液罐の取扱い作業から、投薬、シート除去、ガス抜き、定植までの各作業で、ガスをテドラーバックを用いて直接捕集し、ガスクロマトグラフ法で分析、測定します。

■ 投薬作業時の作業者の個人曝露濃度 (1989年4月〇町)



## ● 瞬間測定

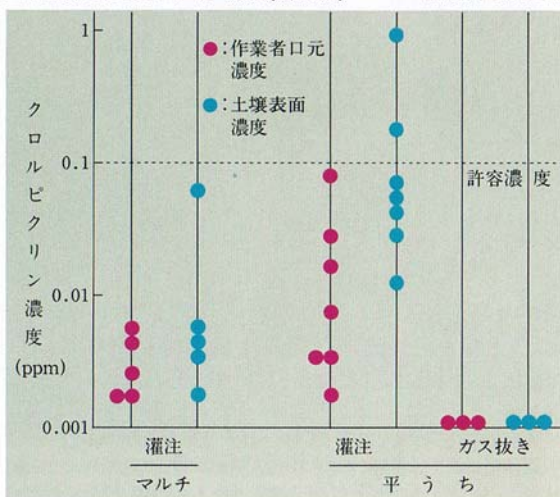
### 〔試験の目的〕

注入作業の各段階でのガス濃度をチェックするために行ないます。この調査では作業中の瞬間的なガス濃度をチェックします。

### 〔試験方法〕

テドラーバックを使い、作業者の口元や土壌表面のガスを捕集し、ガスクロマトグラフ法で分析、測定します。

■ 作業中のクロルピクリン濃度(瞬間値) (1989年4月N市)



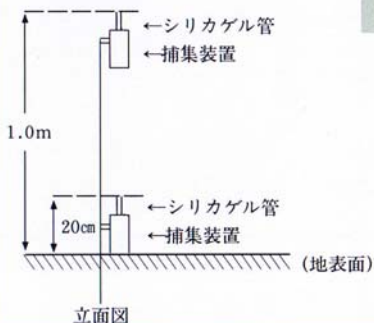
## ● 定点濃度測定

〔試験の目的〕

投薬、ガス抜き、定植作業において圃場の空気中のガス濃度はどのようにになっているのかを調査します。この調査では各作業時間ごとの曝露量の平均値を測定します。

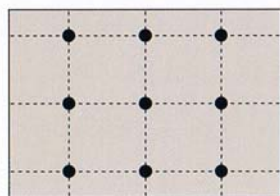
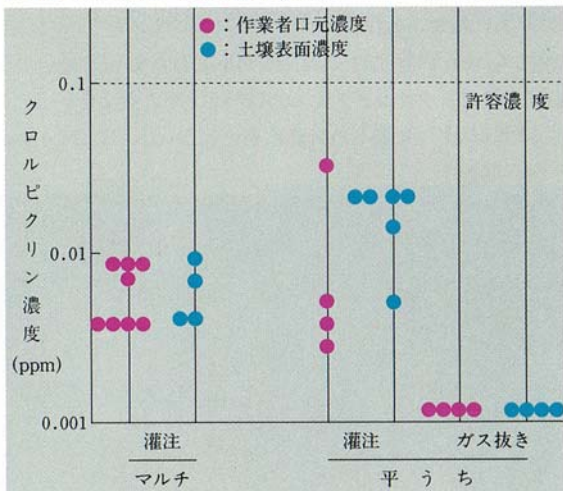
〔試験方法〕

圃場の数カ所に高さ1m、20cmの各位置にパーソナルサンプラーを設置しガスを捕集してガスクロマトグラフ法で分析、測定します。



■ 作業中のクロルピクリン濃度(定点)

(1989年4月N市)



定点濃度測定(一例)  
平面図

## ■ 試験を終えて

各段階の濃度を図に示しましたが、大半の作業ではACGIH\*<sup>1</sup>による許容濃度\*<sup>2</sup>以下でしたが、薬液罐取扱い作業や、注入中の注入機のターン時、シート除去時に許容濃度以上のガス濃度が検知されています。作業中は防護マスクの着用などの安全作業への配慮が必要です。

\*<sup>1</sup>ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienistsの略称である。アメリカで1938年に労働衛生工学技官のグループにより組織され、その後、全国的規模において、政府機関および教育機関の専門家をも含めて会員数は急速に増加した。主要な目的は、労働者の健康を守るための管理的、技術的問題の発展と労働衛生工学における基準と技術の促進で、ACGIHの閾値委員会 (Committee on Threshold Limit Values) は多くの物質について許容濃度を毎年追加、改訂しながら発表してきている。

\*<sup>2</sup>許容濃度: 現在農業労働における曝露濃度の基準値はなく、工場労働における曝露濃度の基準値(許容濃度)は曝露限界のTLV(Threshold Limit Value, 閾値)であり、クロルピクリンについてはACGIHでTLV(時間加重平均)0.1ppm, STEL(短時間曝露限界)0.3ppmと勧告されている。

# 周辺環境への影響調査

## ●クロルピクリンガスの拡散状況

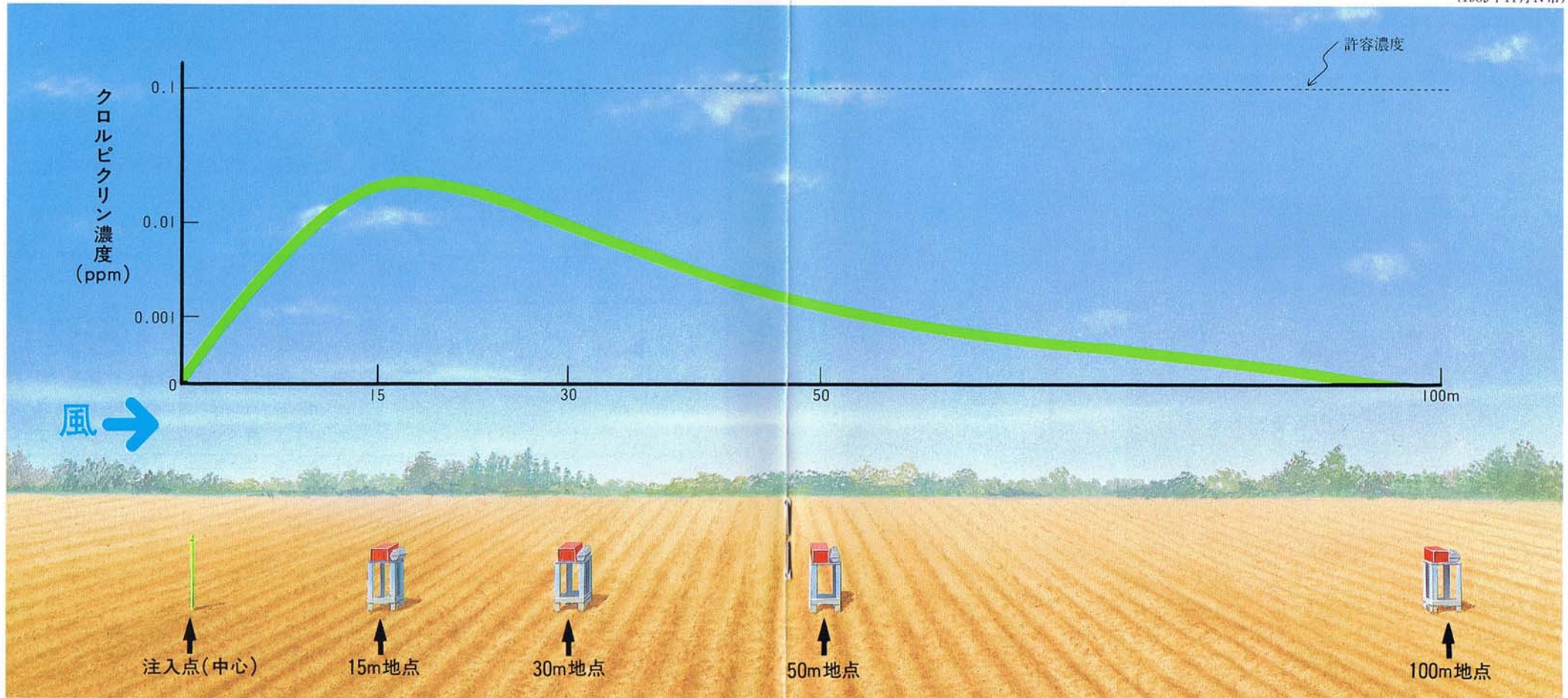
〔試験の目的〕圃場に注入されたクロルピクリンはガス化し、土壤中に拡散したガスの一部は、徐々に大気中に揮散していきます。ガスがどのくらい揮散するか、どこまで拡散するかを調査します。

〔試験方法〕風がある程度、一定方向に吹いているという仮定のもとに、図のように発生源より風下方向に、一定距離に配置したオートサンプラーによって経時的に捕集します。しかし、現実には風向は一定方向ではなく、地表面からのガス発生量と気象条件により、拡散状況を推定する方法が採られます。

〔試験を終えて〕クロルピクリンガス濃度は注入点より15mの地点でピークに達しますが、それ以降徐々に減少し、100m地点ではほぼガスが検知されなくなってしまう。

(参考：クロルピクリンの眼への刺激は、Flury, Zernikらによると0.3ppm前後と報告されています。許容濃度の約3倍程度が目安です。)

(1989年11月N市)



※注入点(中心)は10アールの圃場にクロルピクリンを散布した場合の中心点を示した。

※ここでは注入後3時間目から70時間目までの約20回の測定結果をもとに各地点の傾向を示した。(クロルピクリン80%製剤使用(3ml/穴))

※注入後70時間目までの気象条件: 天候: 晴, 気温: -4℃~17℃, 風速: 1~2m/秒



## ●クロルピクリンガスの揮散状況

### 〔試験の目的〕

注入されたクロルピクリンの揮散量は日中、夜間による地温の上がり下がりにより変動が見られます。その変動がどの程度か、またどのくらい揮散が続くのかを調査します。

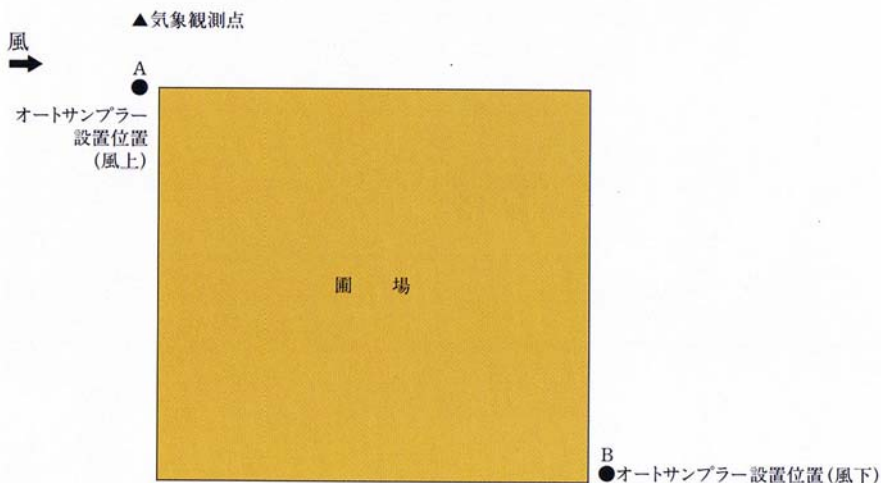
### 〔試験方法〕

注入地点の圃場の周辺に1.2mの高さにオートサンプラーを設置し、ガス濃度を経時的に測定します。

### 〔試験を終えて〕

注入されたクロルピクリンは土壌中でガス化し、一部はしばらくして大気中に揮散していきます。このため、この試験では風下側で注入数時間後にガス濃度の検出のピークが見られています。

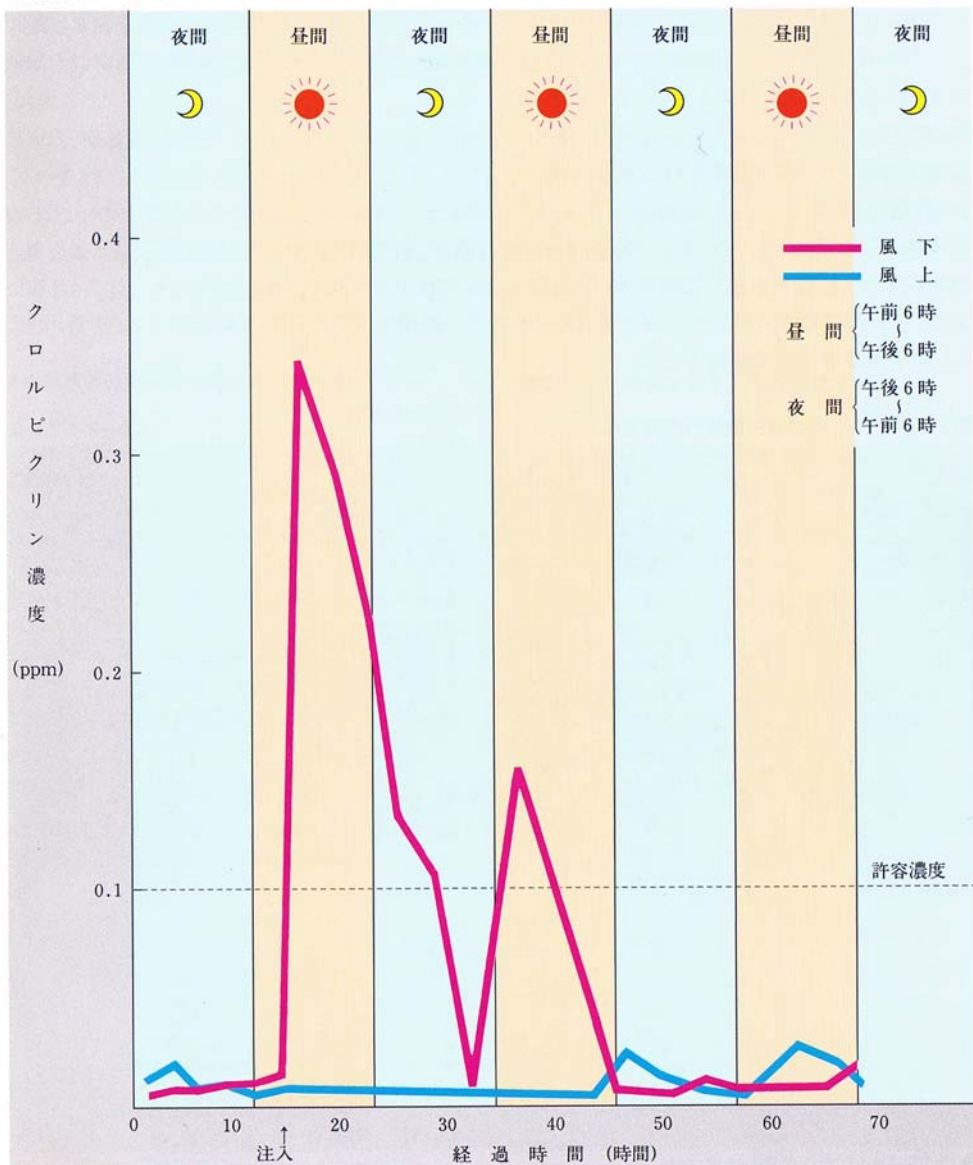
ガス濃度は暖かい昼間に高く、地温の下がる夜間は低くなりますが、3日目にはほぼ試験前のレベルまで下がり、クロルピクリンガスはほとんど検知されなくなります。



クロルピクリンガスの揮散状況調査見取図

■圃場周辺での濃度変化

(1990年7月N市)



※クロルピクリン80%製剤を使用。(3ml/穴)

## ●クロルピクリンガスの土壌中での拡散状況

### 〔試験の目的〕

土壌中に注入されたクロルピクリンが土壌中をどのくらい移動するのか、経時的にその量を測定します。ここで得られたデータは土壌表面からのガス発生量を調べるための基礎となります。土壌中での拡散状況により、ガス発生量は大きく左右されます。

### 〔試験方法〕

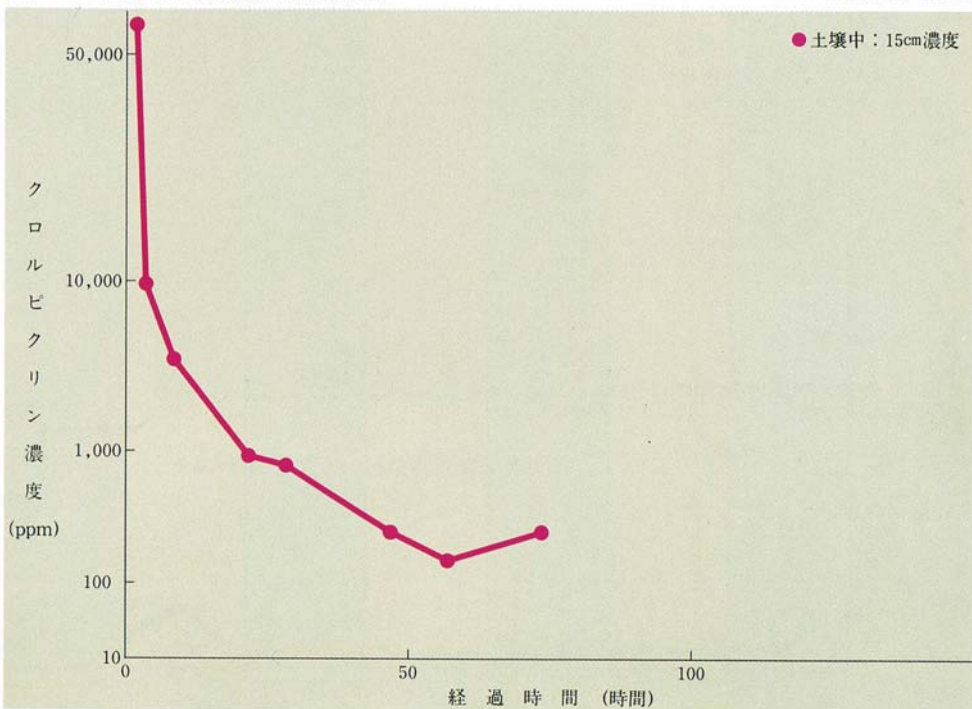
土壌中15cmにガス採取管を埋め込み、採取後ガスクロマトグラフ法で分析、測定します。

### 〔試験を終えて〕

灌注後の土中15cm(灌注点)では、数万ppmのガス濃度が検出されています。時間の経過とともに土壌中内のガス拡散が進み、72時間あたりでは200ppm前後のガス濃度に減衰しています。注入3日後にまだ、これだけのガス濃度の存在が見られますので、圃場へ立ち入る際には、保護マスクを着用するなどの十分な安全対策が必要です。

### ■クロルピクリンの土壌中濃度の経時変化

(1990年7月N市)



※99.5%クロルピクリン製剤を使用(3ml/穴)

※土壌：砂土

## ● 土壌処理後の被覆の影響

### 〔試験の目的〕

土壌に注入されたクロルピクリンが処理面を被覆した場合と無被覆の場合で、処理圃場での気中濃度にどの程度の差が出るのかを調査するための比較試験です。

### 〔試験方法〕

被覆区、無被覆区にオートサンプラーを設置し、経時的に各区での気中濃度を測定します。

### 〔試験を終えて〕

被覆区と無被覆区での気中濃度を時間ごとに比較した結果、どの時間帯においても無被覆区に比べ、被覆区ではほとんど気中濃度が検出されず、被覆の効果が明らかでした。

### ■ 土壌表面の測定区での気中濃度比率

(1991年8月Y市)

測定時間	無被覆区	被覆区
直後	100	1.1
2	100	1.6
4	100	4.3
6	100	1.7
8	100	1.3
10	100	0.6
12	100	10.0
14	100	6.7

### ■ 高さ1.2mの測定区での気中濃度比率

(1991年8月Y市)

測定時間	無被覆区	被覆区
直後	100	2.0
2	100	6.0
4	100	0
6	100	0
8	100	0
10	100	0.6
12	100	6.1
14	100	33.0

※気中濃度比率：無被覆区の気中濃度を100とした時の被覆区の気中濃度の値

# 付録・マルチ畦内消毒法とは

クロルピクリンは地表面をポリ被覆した場合、その効果が非常に増大することが知られています(クロルピクリンガイド(平成2年2月)参照)。これを実際のマルチ栽培に応用したのが、マルチ畦内消毒法です。これは圃場の施肥、耕起、作畦、マルチ、クロルピクリン注入を同時に行う方法です。そのための一貫作業機も開発され、実際に行なわれています。

作業効率が高く、ガス抜き作業もなく、省力的で薬量も節約できることから、これまでの調査からも作業への影響、大気中への揮散が従来の方法に比べ、大幅に緩和されているのが明らかになりました。

## ■マルチ畦内消毒法の適用作物と病害の種類

作物名	放置期間	注 入 量	病 害 虫 名
サツマイモ	5~7日	2~3ml	立枯病、つる割病、紫紋羽病、黒あざ病
ジャガイモ	15~20	1~2	そうか病、亀甲病
キュウリ	13~20	2~3	苗立枯病、疫病、つる割病
カボチャ	12	3	疫病
シロウリ	13	3	疫病
スイカ	13~16	3	つる割病、半身萎ちょう病
メロン	11~38	3	急性萎ちょう症、黒点根腐病
ナス	10~17	3	半身萎ちょう病
トマト	21	3	白絹病、菱ちょう病、半身萎ちょう病
オクラ	15	3	半身萎ちょう病
イチゴ	10~15	3	疫病、萎黄病
ハウレンソウ	15	2~3	立枯病、株腐病、根腐病、萎ちょう病
シュンギク	10~15	3	萎ちょう病
ハクサイ	15	3	黄化病、根こぶ病
キャベツ	20	3	萎黄病
ダイコン	15	3	萎黄病
ニンジン	15	3	根腐病、乾腐病
エンドウ	15~20	2~3	根腐病、いや地
インゲン	20~30	3	白絹病
ウド	14	3	萎ちょう病
セルリー	15	3	黄化病、萎黄病
パセリ	10~17	3	パセリ萎ちょう病
タバコ	15~30	2	立枯病、疫病、黒根病、わい化病、センチュウ類
キク	15~20	3	わい化症状
カーネーション	10~48	3~5	立枯病、萎ちょう病
宿根カスミソウ	10~18	2	立枯病

注) 1.各試験とも注入間隔は30cmおきの点注、注入深は10~15cmであった。

2.クロルピクリンの薬害は地域、土性、時期などにより異なるので、本法の適用にあたってはそれぞれの地域で展示圃などで注用量、放置期間、薬害を確認し、普及する。

---

## あとがき

(社)日本くん蒸技術協会は、クロルピクリン研究会の委託を受け、昭和60年度より「クロルピクリン剤安全使用推進事業」を進めてきております。この事業では、クロルピクリン剤安全使用の徹底を図るため、散布作業時の作業者への曝露調査、周辺影響調査、拡散状況調査など各種の調査を行ってきております。

また、これまでに「安全使用読本」、「土壌消毒を効果的かつ安全に進めるために」のパンフレットや小冊子の発行も行い、クロルピクリン剤安全使用の啓発に努めてまいりました。

今般、関係者からこれまでの調査結果について、現場で広く手軽に活用できるような資料ができないものかという要望がありました。

このような経過を踏まえて当会は、クロルピクリン研究会の協力により「クロルピクリン環境読本」の編集にあたり、ここに本書の作成をみました。

この読本は、調査方法、調査結果を写真、イラストなどを交えて、できるだけ、わかり易く示すように努めました。

今後、この読本が、広く関係者に活用され、クロルピクリン剤安全使用が、より一層徹底することを期待いたします。

編集：(社)日本くん蒸技術協会

企画・編集

**(社)日本くん蒸技術協会**

〒110 東京都台東区台東1丁目26番6号  
TEL. 03-3833-6923

(クロルピクリン研究会)

**三井東圧化学株式会社**

〒100 東京都千代田区霞が関3丁目2番5号  
TEL. 03-3592-4614 (霞が関ビル)

**日本化薬株式会社**

〒100 東京都千代田区丸の内1丁目2番1号  
TEL. 03-3212-4360 (東京海上ビル新館)

**南海化学工業株式会社**

〒550 大阪市西区南堀江1丁目12番19号  
TEL. 06-532-5591 (四ツ橋スタービル)