((昭和 23 年 4 月 11 日 造船協會春期講演會に於て講演))

船底塗料に對する D.D.T. の應用

正員 大 西 正 次*
坂 口 美 好*

Abstract

Application of D.D.T. for Shipbottom Paint.

By Shoji Onishi, *Member*
Miyoshi Sakaguchi

Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane is commonly called D.D.T. and it is a well known fact that its catalytic action has poisonous effect on insects.

With the presumption that the same effect may be seen on barnacles and seroula of algae, a soaking test has been performed with a test paint which has been mixed with D.D.T. to experiment of its utility value as shipbottom paint.

The first water test experiment was conducted on July 1947 at the quay in Yokohama Harbor by ship-bottom paint number one and finishing it with paint containing 10% D.D.T. Kerosene Solution (as D.D.T. 0.5%). The result of the experiment showed that D.D.T. has some effect on barnacles during its breeding months of Summer. However, Since it was impossible to increase the compound ratio of the above percentage we were unable to obtain the final result.

The second test was performed in the Autumn of the same year, when seroula is plentiful, by increasing the mixture of kerosene solution from 5% to 40% with paint (as D.D.T. from 0.25% to 2.0%). But the result was not too favorable when compared to the test on barnacles. However, we learned that with the increase of D.D.T. contents it gradually became effective.

A similar test was further continued the following year with a 1% mixture of pure D.D.T. crystal, on a part of the bottom of the tug boat which runs within Yokohama Harbor. As a result of this test, it proved to verify our previous experiments that D.D.T. is very promising as poison to be used in shipbottom paint.

- (1) The effect that D.D.T. has on barnacles is very promising and with a 10% mixture of D.D.T. it will completely stop the growth of barnacles for a long time. It can be recommended as a substitute for the heretofore used mercury compound.
- (2) D.D.T. has considerable effect on serpula but not quite so effective when compared to barnacles.
- (3) The same could be said of in reference to "kokemushi" (Phylum molluscoidea-Class Bryozoa Gymnozoa).
- (4) D.D.T. alone will not serve as a poison when used along with shipbottom paint. It is ideal to mix with inorganic poisonous matters such as copper compound which is effective to serpula and algae.

* 三菱横濱造船所技師

1. 緒 言

Dichloro-Diphenyl-Trichloethane 通稱 D.D.T. が接觸毒として昆蟲類に對して有效な爲、防疫方面或は農藥として廣く使用される事は夙に知られている。海棲動物に對する効果も多少文獻にも見受けられるが未だ決定的の物はなく殊に本邦での實驗に接しない。然し船底塗料の主要對象物であるフデツボは節足動物であるから之が幼蟲期には當然 D.D.T. の効果が豫想され、此の際 D.D.T. の日光や空氣に對して安定度大なる點、且水に不溶性でありベンゾール、アルコール等の有機溶媒に可溶性なる事より考えて、船底塗料として使用され得るならば相當長期に汎る毒性の持續が豫想される。是等の點を實驗的に明かにせんとして D.D.T. 配合塗料を試作し從來の市販船底塗料と比較して其の將來性を研究した。

2. 實 驗 方 法

實驗は試験片に依る浸漬試験と實船に施行する實用試験を行う事にした。D.D.T. は既製の 1 號船底塗料に配合して他の無機毒物を全然含有せぬ塗料を試作し、之に對して市販船底塗料とを比較する。之には兩種の塗料を用いた試験片を同一條件の下に作り、之を同時に港内岸壁の海水中に浸漬して一定期間後に觀察記録して比較し、又實船の場合は入渠中の船腹の一部に試験塗料を施行し、他日再入渠の際に他の箇所と比較する事にした。試験開始の時期は實驗結果に極めて重大な關係が有るので船底塗料の對象として最重要なフデツボ及びセルブラの最も盛に繁殖する晩春より秋にかけて行う豫定であつたが資材入手等の關係で試験片では夏季及び秋季、實船では多より夏及び秋より夏の別々に行つた。

D.D.T. の配合は第一次試験ではクロシン溶液として用い、第二次試験では純結晶をベンゾール、エーテル又はガソリン等に溶解して配合した。試験片の浸漬は紐にて海中に吊し干潮時にも水面下約 1 米の所においた。

3. 第 一 次 試 験

第一次試験は D.D.T. クロシン溶液 (5%) を用いて次の塗装條件で試験片を作つた。塗装は刷毛塗で防錆用の 1 號船底塗料を下塗とし、一晝夜乾燥後下記の防汚用塗料を上塗し、上塗施行後約 6 時間後に浸水せしめた。

符 號	下 塗	上 塗
A	C 1 號	C 2 號
C	C 1 號	S.B 號用 2 號
D	C 1 號	M.J 號用 2 號
E	S.S 號用 1 號	S.B 號用 2 號
F	S.S 號用 1 號	M.J 號用 2 號
G	C 1 號	C 1 號+D.D.T. 0.5%
H	T 1 號	T 1 號+D.D.T. 0.5%
I	S.S 號用 1 號	S.S 號用 1 號+D.D.T. 0.5%

船底塗料 C 及び T は國產品、他は入渠中の外國船のものである。D.D.T. は 5% クロシン溶液を用い塗料に 10% 配合した。此の程度では塗料の物理的性質は殆ど變らないものと考えられる。

浸漬は昭和 21 年 6 月 20 日に行い、一ヶ月毎に引揚げて觀察記録し寫眞に撮影した。寫眞 No. 1, 2 は 1 ヶ月後、No. 3 は二ヶ月後の狀況である。即ち

- (1) M.J 號用 2 號 (符號 F) は最も優秀で二ヶ月後に於てもフデツボの附着は殆ど無い。
- (2) 同じ塗料でも D は縁部に相當缺陷が現れ下塗の影響で効果が減殺される。
- (3) 國產品は一ヶ月後に既にフデツボ及びフサコケムシの附着が認められ、二ヶ月後には塗膜の大部分が附着物で蔽われる。
- (4) D.D.T. 混合のものは國產品 C より多少優つているものが認められ、二ヶ月後に於ても同様である。

フデツボ等の完全防止には至らないが D.D.T. の配合を増加する事に期待される。

秋季の對セルブラを主とした實驗は昭和 21 年 9 月 5 日に開始した。先の實驗結果から D.D.T. も多少増加し塗装條件は前と全く同様にした。配合種類は次の通りである。

試験片符號	下 塗	上 塗
A	C 1 號	C 2 號
B	C 1 號	C 1 號+D.D.T. 0.25%
C	C 1 號	C 1 號+D.D.T. 0.5%
D	C 1 號	C 1 號+D.D.T. 1.0%
E	C 1 號	C 1 號+D.D.T. 1.5%
F	C 1 號	C 1 號+D.D.T. 2.0%
G	K (アスファルト系)	

一ヶ月浸漬後の結果は次の通りで寫眞 No. 4,5 に示す。

- (1) D.D.T. 0.5% 配合のものは市販品と略同程度のセルプラが附着する。配合増大するに従い其の効果も漸増する様であるが、2% では完全防止は出来ない。
- (2) フヂツボの附着は前回に比して極めて少く、附着物の大部分はセルプラである。
- (3) アスファルト系塗料(符號 G)は塗膜軟く、其の内部にフヂツボ棲息し有効でない。セルプラ附着量も C 社製と同様である。

4. 第二次試験

前記の試験結果で D.D.T. は相當有望な事が分つたが、クロシン溶液として用いた關係上其の配合量を之以上増加すると塗料そのものの性質を損ずるので實行は出来ない。依て D.D.T. を純結晶として配合してその濃度を高めんとし次の試験片を作り市販品と比較した。

符 號	下 塗	上 塗
1	T 1 號	施 行 せ ず
2	T 1 號	T 2 號
3	T 1 號	A 2 號
4	施 行 せ ず	A 2 號
5	T 1 號	T 1 號+D.D.T. 10%
6	施 行 せ ず	T 1 號+D.D.T. 10%

試験片は軟鋼板黒皮の儘で用い寸法は $33 \times 33 \times 2$ mm とし、D.D.T. はベンゾールの極少量に溶解して配合した。塗装は刷毛塗、下塗後 24 時間後に上塗を行い、其後 5 時間後に浸水した。試験片は同一條件のものを夫々二枚宛作り、當所岸壁 1 號(符號 A)及び 4 號岸壁に夫々浸漬し海水の清濁の影響も併せて検討した。試験開始は昭和 22 年 9 月 3 日とし、60 日後の状況を寫眞 No. 6~15 に、170 日後のものを寫眞 No. 16~23 に示す。判定結果は次の通りである。

(イ) 60 日後

- (1) D.D.T. 含有のもの(No. 6,7)は最も良好でフヂツボの附着は一箇も認められず完全に防止されている。
- (2) 下塗の防錆塗料を省略したもの(No. 8)は縁邊部に塗膜の缺陷が現れ、若干のフヂツボの附着が見られる。従つて D.D.T. 使用の塗料でも一回塗にて目的を達する事は困難である。
- (3) セルプラの附着は多少認められ其の数は前回の時より遙かに少い。之は本年のセルプラの生育が前年より少いと考える事も出来るので D.D.T. の効果と即斷するには考慮の餘地がある。
- (4) 從來の市販品(No. 11~12)はフヂツボは相當に附着する。セルプラは他より少い。
- (5) フサコケムシは D.D.T. 配合のものに全く認められないがメンブランニボラは若干附着する。

(ロ) 170 日後

- (1) セルプラフヂツボ共其の發育は緩慢で 60 日後と殆ど同様である。海藻は相當盛に生育し殊に 2 號塗料を塗布しないフヂツボの附着の多いもの(No. 13,14)に著しい。
- (2) D.D.T. 配合のもの(No. 15,16)は殆ど前回と同一状況で其後の發育進行は認められない。海藻は多少附着している。
- (3) 市販品 C 及び A (寫眞 No. 17,18) も其後の附着は著しからず、既に附着していたフヂツボが發育

成長したに過ぎない。セルブラの成長は極めて緩慢で海藻の附着も殆ど認められない。

5. 實用試験

以上試験片に依る結果を確認する爲に實船の一部にも試験塗料を塗布して後日入渠の際に研究する事にした。

(イ) 第 1 回實驗

昭和 22 年 1 月 23 日當所曳船日の出丸 (214 T) 入渠の際次の各種配合塗料を施行した。D.D.T. はエーテル又はベンゾール溶液として、防錆塗料に混合し他の部分と識別する爲に炭素粉末を混合して色調を變化させた。

試験片符號	下 塗	上 塗	備 考
(1)	Y 1 號	Y 2 號	
(2)	Y 1 號	Y 1 號+D.D.T. 10%	伸 び 良
(3)	Y 1 號	C 1 號+D.D.T. 10%	伸び不良
(4)	Y 1 號	C 2 號	標 準

Y 1 號及び Y 2 號は亜酸化銅を主成分として水銀を含有せぬ市販の無水銀塗料である。塗装面は幅 1 米高さ 2 米とし兩舷に施行し塗装翌日浸水した。

本船は約 6 ヶ月後の昭和 22 年 7 月 17 日入渠した。其時の状況はフデツボの附着は殆ど見られず極めて良好で、各塗料の優劣も殆ど認められなかつた。従つて D.D.T. 10% の使用により他の毒物の添加が無くとも少くも従来の船底塗料と同等の効果は期待されるものと考えられた。

(ロ) 第二次試験

昭和 23 年 9 月 25 日當所曳船綠丸 (44 T) に第二回の實用試験を行つた。

塗装條件

符 號	下 塗	上 塗	備 考
(1)	T 1 號	T 1 號+D.D.T. 1%	
(2)	T 1 號	T 1 號+D.D.T. 5%	
(3)	T 1 號	T 1 號+D.D.T. 10%	
(4)	T 1 號	T 1 號+D.D.T. 10%	D.D.T. エーテル 溶液にて仕上塗
(5)	T 1 塗	T 1 號	標 準

塗装は刷毛塗にて幅 1 米高さ 1.5 米の範圍に兩舷に施行し 9 月 25 日出渠した。D.D.T. は今回はガソリンにて溶解して 配合した。(4) の仕上塗は塗膜の表面に D.D.T. の微細結晶を分布させ防汚効果の増大を計つた。

本船は昭和 23 年 3 月 21 日入渠したので浸水 177 日後の状況を觀察記録した。此の結果は寫真 No. 19 以下に示す様に右舷にはフデツボ左舷にはフデツボ及び海藻が相當附着し、D.D.T. 10% も 1% も大差なく仕上塗の効果も現れず餘り良結果を示さない。而し普通船底塗料 T 2 號使用部分も之と同程度であるので全然見込が無いとは言えない。結局試験片に於ける良好な結果が實船で再現出来なかつたのは本船の繫留期間の影響や D.D.T. の溶媒による效力發揮の差違等が關係したものと思われ、實船に就いては更に慎重に研究の要ありと考えられる。

6. 結 言

以上の諸實驗はまだ完成したわけではなく D.D.T. の海水中に於る毒性持續期間、他の無機毒物併用の効果、溶剤の種類による影響等未解決の點が多い。然し乍ら次の諸項は少くとも斷言して良いのではないかと考えられ船底塗料に應用の價值は十分存し、殊に我が國に産出しない水銀に代る毒物として將來あるものと考えられる。

- (1) D. D. T. はフデツボに對しては効果は極めて大きく 10% の配合により完全に其の着附を防止する。有效期間も長く従来の水銀化合物の代用として推奨出来る。
- (2) セルブラに對しても相當の効果は有るがフデツボの場合の様に完全防止は出来ない。
- (3) コケムシ藻類に對しても同様に完全ではない。
- (4) 従つて船底塗料用毒物としては D.D.T. の單用では完全とは言えず、セルブラ藻類に有效な銅化合物の如き無機毒物との併用が理想的である。

D.D.T. の效果に斯の如くフゲツボとセルブラとで相違のあるのは兩者の動物學上の部門や生態の差と密接な關係があるものと思われる。即ち前者は節足動物蔓脚甲殻類に屬して七回の變態をなしシブリスから成蟲になる。後者は之より一層下等動物で環狀動物環棲類に屬し變態は一回より行わずトロコボラより直ちに成蟲になる。結局シブリス等とトロコボラとの抵抗力に關係し、陸上動物に於て D.D.T. が昆蟲類には有效であるが蜘蛛類には無効なのと同様であり、之が爲に D.D.T. の價值を減ずるものではない。

尙今回の實驗は三菱化成株式會社並びに同社大野技師、日本曹達株式會社田中社長並びに大我部長の御指導御協力に依つた事を附記して御禮に代える。

No. 1 國產船底塗料 (A) 及び外國製船底塗料 (D, E, F) 浸漬 1 ヶ月後

No. 2 D.D.T. 0.5% 含有浸漬 1 ヶ月後

No. 3 國產品 (A) の外國製 (F) 及び D.D.T. 0.5% 含有 (G) 浸漬 2 ヶ月後

No. 4 D.D.T. 含有せぬもの (A), D.D.T. 0.25% (B) D.D.T. 0.5% (C) D.D.T. 1.0% (D) 浸漬 1 ヶ月

No. 5 D.D.T. 1.5% (E) D.D.T. 20% (F) アスファルト (G) 浸漬 1 ヶ月

No. 6 D.D.T. 10%
含有 2 ヶ月浸漬

No. 7 D.D.T. 10%
含有 2 ヶ月浸漬

No. 8 D.D.T. 10% 含
有下塗省略 2 ヶ月浸漬

No. 9 毒物を含ませ
ぬもの 2 ヶ月浸漬

No. 10 同前

No. 11 市販船底塗料
(T社) 2 ヶ月浸漬

No. 12 市販船底塗料
(A社) 2 ヶ月浸漬

No. 13 毒物を含有せ
ぬもの 170 日浸漬

No. 14 同前

No. 15 D.D.T. 10%
含有 170 日浸漬

No. 16 D.D.T. 10%
浸漬下塗省略

No. 17 市販船底塗料
(T社) 170 日浸漬

No. 17 市販船底塗料
(T社) 170 日浸漬

No. 19 緑丸右舷自 22 年 9 月 25 日乃至 23 年 3 月 21 日迄浸水

No. 20 同前左舷