

36
28-2

國立北平研究院

生理學研究所

中文報告彙刊

第二卷 第七號

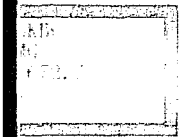
戴

笠 著

船底動物

之附着生活與金屬
物質關係之研究

國立北平研究院出版課印行



生理學研究所刊物目錄及價目

1. 叢刊 第一卷 目錄

1. 經利彬，章韜胎： 金魚的鱗及鱗之復生(法文)一
 2. 經利彬： 槐實之生理作用(法文)一
 3. 經利彬，石原臬： 槐實精液與血球之關係(法文)一
 4. 經利彬： 槐實精液與血中糖質之研究(法文)一
 5. 章韜胎： 桑蠶胎體中腸壁膜之構造(法文)一
 6. 經利彬，吳炳宋，石原臬： 中國北方食料與血中磷鈣質之含量之關係(報告)(法文)一
 7. 經利彬，吳炳宋，石原臬， 中國北部食料與血中所含磷鈣質之研究(報告二)(法文)一
 8. 經利彬，章韜胎： 金魚腮蓋復生情形(法文)一
 9. 經利彬，石原臬： 疲勞肌肉食料能使動物生長加速之初步研究(法文)一
 10. 經利彬，吳炳宋： 麻醉劑對於尿素之作用(法文)一
 11. 經利彬，石原臬： 黨參於血球及血壓之作用(法文)一
 12. 經利彬，石原臬： 黨參的生理作用之研究(英文)一
 13. 經利彬，石原臬： 黨參對於血壓之作用(英文)一
 14. 經利彬，石原臬： 中國產櫛寄生之效用(英文)一
- (第一卷定價四元正)

第二卷 目錄

1. 經利彬： 川芎對於妊娠子宮之作用(法文)一
2. 經利彬，熊懋楨： 脊椎動物腦之比重及水分之含量(英文)一

MG
4672.7
1

船底動物之附着生活與金屬物質關係之研究*

戴 笠

(二十五年二月)

有多種海產動物附着於船底，增加船與水間之磨阻力，致船行速度漸減。在四個月至六個月期間，船行速度，常減至25%……40%，須常刮洗油漆，以恢復其速度。此項費用甚鉅，法國海軍部，因此請該國 Tamaris 海濱生物研究所研究免除此項動物附着之法，吾師 Cardot 教授乘 Tamaris 海濱生物研究所所長，徵得笠同意，擔任此項工作。計民國二十二，二十三兩年暑假，共工作二月餘，得知此項研究，有數種應注意之點：

1. 溶解於水中化學之藥品，即有效亦不適用，因其容易散失於海水中也。
2. 在海水中有效之物質，而不能持久者不適用。

* 上年鄂省政府撥款往英國專門研究此問題，臨時由北平研究院及青島觀象臺給予名義，暫留國內研究。研究院生理研究所所長經健初先生，動物研究所研究員張爾玉先生，觀象臺觀象臺長許右銘先生之盛意可感！工作時，觀象臺于君汝乾于我助力不少，特致謝忱。



3 1773 9297 8

3. 有效而能持久之物質，若價值太昂，亦難應用。

根據 Ménégaux 和 Odiette 二氏之實驗*：加金屬片於肌肉組織之培養液中，常能妨礙細胞之生長。就附着於船底之動物言，海水實相當於此培養液。若在船底上加入金屬，是否妨礙船底動物之着生？金屬中除鐵易起氫化作用，鐵甲船及海濱碼頭之鐵欄杆，均適於多種海產動物附着，不受鐵之影響外，其他如銅，鋅，錫，鉛，均不易起變化於水中，有持久性，祇研究其有無妨礙動物之附生耳。

船底附生動物以藤壺 (Balanus)，牡蠣 (Ostrea)，Bryozoa, Serpulidae 等，及少數之綠色藻類為主。

膠州灣一帶船底所附着之動物，以藤壺，牡蠣二者為多。茲先以青島棧橋鐵欄杆所附生之一種藤壺，*Balanus amphitrita albicostatus*, Pilsbry 為材料，研究如下法：

藤壺外被介殼，由船脊板，脊板，側板，嘴板所合成，暗灰色，有縱走之隆起，不能動，上方有廣大稜形之開口。在開口之下位，又有盾板及背板各一對，可開闔。有閉殼筋，以司閉鎖；遇刺戟，則緊閉。若動物死亡，則此閉殼筋失其牽引之力，雖遇刺戟，而殼張開如故，故殼開即有其死亡之證。試驗時，可藉此以檢查動物之死否。惟因其外被介殼，抵抗不良環境之力頗大：將藤壺入濃硫酸中一分鐘，其殼盛發泡沫，然後移入海水中，仍保持生命不死；出水之藤壺

* Influence de métaux couplés sur la croissance des cellules in vitro de fibroblastes et d'ostéoblastes. C. R. Soc. de Biologie Paris. Tome CXIX. P. 435-437. 1935.

，能保持其生命甚久。寒冬，與水共結成冰塊，移入稍暖水中，復生活如常；入淡水中時，則殼閉鎖，數日後，移入海水中，閉殼筋仍照常運動。

此類動物生於鐵質支柱上者，可與鐵鏽層一同取得，不致傷及內部；生於岩石上者，亦可連同岩石碎片，得無傷之個體，以作試驗之用。

若於同量海水中，加入各種同面積之金屬片，納籐壺於其中，於一定時間後，檢查其盾板與背板之開闔，即可知金屬對於此動物毒力之大小。今試以2吋×1½吋面積之各金屬片，浸於100 cc. 海水中，各納十枚籐壺，於此水中，於二十四小時後，檢查得如下之結果：

金屬	死亡率
紅銅(市售品).....	10/10
黃銅(„„„).....	7/10
鋅(„„„).....	0/10
錫(„„„).....	0/10
鉛(„„„).....	0/10
海水.....	0/10

照本實驗，知於24小時內，銅顯毒，紅銅甚於黃銅。鋅，錫，鉛於此時間內不顯毒。

若以上各金屬面積之半，及兩金屬各半面積相合，則於24小時後，得結果如下：

金屬	死亡率
紅銅(2吋×1½吋).....	10/10

則其所發生之靜電足以阻礙離子之傳導。若於兩電極聯以導線，則電流從陽極（銅）由導線而流至陰極（鋅），此時鋅離子被轉運至銅，銅則不起變化。今試以上述同面積之銅及鋅片，聯以銅線，相隔於適當之距離，則其毒較銅鋅之不聯線者更減：

金屬	死亡率
紅銅 (2吋 × 1½吋)	8/10
黃銅	6/10
紅銅 (2吋 × 1½吋) × ½	6/10
黃銅	5/10
紅銅 + 鋅 (2吋 × 1½吋) ½	4/10
黃銅 + 鋅	0/10
紅銅 .. .. . || 鋅	0/10
黃銅 .. .. . || 鋅	0/10
海水	0/10

(本實驗於22小時後檢查。||為聯導線之記號)

由上實驗，證明鋅能減銅之毒；聯以導線，竟於22小時內不顯毒性。黃銅之毒遜於紅銅。加鋅時亦與紅銅同樣減毒。

紅銅片或粉在海水中，於數時後，即能使液水混濁，呈綠色，顯見紅銅在海水中，容易變化，黃銅於同一時間，外觀上不見變化。

照金屬取代順序*，此四種金屬，鋅居最高，錫次之，鉛又次之，銅居最低。較高者為陰極，較低者為陽極，故錫鉛各與銅聯合加入海水中，均能自成電池，減銅之毒。鋅，錫，鉛與銅同置於海水中時，外觀

* Replacement series of metals.

上頗有變化；第一種（鋅+銅）雖有紅銅在，而水不易混濁，在銅片上沉澱黑色物質一層，鋅片亦變黑；第二種，（錫+銅），水亦不變成綠色混濁，於銅片上沉澱乳白色物質一層；第三種（鉛+銅）亦在銅片上有白色沉澱物，惟同時有少許銅之混濁綠色沉澱，此更足以證明鋅錫鉛各能與銅成爲自然電池，不過鉛在三金屬中作用較遲鈍耳。若以此等金屬各與銅同置於海水中，特延長其作用之時間，例如六七日，則得結果如下表：

金屬	死亡率
紅銅(2吋×1½吋)	20/20
黃銅	6/20
鋅	2/20
錫	0/20
鉛	0/20
紅銅 .. +鋅(2吋×1½吋)½	1/20
黃銅 .. +鋅	1/20
紅銅 .. +錫	0/20
黃銅 .. +錫	6/20
紅銅 .. +鉛	15/20
黃銅 .. +鉛	12/20
鋅 .. +錫	7/20
鋅 .. +鉛	2/20
錫 .. +鉛	0/20
海水	0/20

由此實驗，知鉛與銅成電池時，較錫鋅各與銅成

電池時之毒爲大，足以反證鉛此時性不活潑，銅仍顯其一部分之毒，與上述鉛與銅聯合加入海水中時，仍多少有銅之沉澱之事實，可以互相證明。照電化學，取代順序內二金屬相距愈遠，則當用於一電池內所生之電壓亦愈大。鉛與銅在金屬之取代順序內，相距較鋅爲近，其結果固應如此也。所堪注意者，鋅本有微毒，（照上實驗）錫不顯毒，然錫鋅聯合時，則其毒增加。

此現象又可以真正電池之作用證明：

以兩金屬片加入 6 volts 之電池中，即其中之一金屬，以線聯電池之陽極，他金屬聯電池之陰極，而浸於海水中，則聯電池陰極方之金屬面發生泡沫，聯陽極方之金屬面外觀雖不見變化，而放出其金屬之離子，使海水呈其化合物之特有沉澱。如是各作用五分鐘後，取出金屬片，將篩壺分別納入此等液體中，於 22 小時後檢查，得結果如下表：

金屬	沉澱色	死亡率
1. Cu || Cu	綠	4/10
2. Zn || Zn	灰白	0/10
3. Sn || Sn	乳白	0/10
4. Pb || Pb	褐	0/10
5. ^-Cu || ^+Sn	乳白	0/10
6. ^+Cu || ^-Sn	綠	1/10
7. ^-Cu || ^+Zn	灰白	0/10
8. ^+Cu || ^-Zn	綠	5/10
9. ^-Cu || ^+Pb	褐	0/10

10.	+Cu || Pb ⁻	綠.....	8/10
11.	+Zn || Pb ⁻	灰白.....	4/10
12.	-Zn || Pb ⁺	褐.....	0/10
13.	+Sn || Pb ⁻	乳白.....	0/10
14.	-Sn || Pb ⁺	褐.....	0/10
15.	-Sn || Zn ⁺	灰白.....	1/10
16.	+Sn || Zn ⁻	乳白.....	0/10
17.	海水.....		0/10

(表中 +, -, 表示其所聯於電池上之電極)

由上結果, 可知兩銅相聯, 及以銅聯電池之陽極, 他金屬聯陰極者, (表中 6, 8, 10) 均顯毒。銅, 鋅, 錫, 鉛起作用後, 在海水中各顯其固有之有色沉澱 (以 1, 2, 3, 4 為標準)。與他金屬聯合後, 凡聯電池之陽極方者, 即顯 1, 2, 3, 4 單金屬時固有之色, 可見聯陰極之金屬作用不活潑也。故表中 5, 7, 9 與前述銅與他金屬片聯合加入海水中減毒之結果同; 6, 8, 10 則隨銅 (此時銅聯電池之陽極) 之活潑性而多少顯毒, 與前述結果亦同。此外鋅與鉛, 鋅與錫 (表中 11, 15) 因聯合而顯毒, 亦與前述結果符合。

紅銅在海水中發生綠色沉澱, 已於前述。惟此銅毒, 並非碳酸銅, 因籐壺在混有多量純粹碳酸銅海水中五日之久, 不顯中毒狀態。其他難溶於水中之銅化合物, 在海水中亦不顯毒。試以紅銅, 硫化銅, 碳酸銅, 氯化銅之粉末各一克, 置於 30 cc. 海水中, 於 16 小時後檢查, 得結果如下:

金屬	死亡率
紅銅.....	8/10
硫化銅.....	0/10
碳酸銅.....	0/10
氯化銅.....	0/10
海水.....	0/10

銅毒當然隨其所接觸於水之面積而有差異，下表為22小時後檢查所得之結果：

金屬	死亡率
紅銅 8cm ²	10/10
.. 4cm ²	6/10
.. 2cm ²	3/10
.. 1cm ²	2/10
.. 1/2cm ²	1/10
海水.....	0/10

附着船底動物，除藤壺外，當推牡蠣，其感受環境之毒，是否與藤壺相同？茲以青島棧鐵欄杆所附生之牡蠣為材料，作試驗如下：

牡蠣有二殼，以其左殼附着於船底或岩石及其他支柱上，不動。右殼向上。有一閉殼筋聯二殼，以司殼之開闔。若動物受外來刺戟時，則殼閉合。其受刺戟而不閉合者，即為死亡之證。

試將牡蠣置於加入各種金屬片之海水中，於八日後，得如下之結果：

金屬	死亡率
紅銅 (2吋×1½吋).....	7/10

黃銅 (2吋 × 1½吋)	.....	1/10
鋅	„	.....0/10
錫	„	.....0/10
鉛	„	.....0/10
紅銅 (2吋 × 1½吋)½	.....	9/10
黃銅	„	.....3/10
鋅	„	.....0/10
錫	„	.....0/10
鉛	„	.....0/10
紅銅	„ + 鋅 (2吋 × 1½吋)½	.....0/10
黃銅	„ + 鋅 „	.....0/10
紅銅	„ + 錫 „	.....0/10
黃銅	„ + 錫 „	.....0/10
紅銅	„ + 鉛 „	.....1/10
黃銅	„ + 鉛 „	.....1/10
鋅	„ + 錫 „	.....4/10
鋅	„ + 鉛 „	.....0/10
錫	„ + 鉛 „	.....0/10
紅銅	„ || 鋅 „	.....2/10
黃銅	„ || 鋅 „	.....2/10
紅銅	„ || 錫 „	.....1/10
黃銅	„ || 錫 „	.....3/10
紅銅	„ || 鉛 „	.....1/10
黃銅	„ || 鉛 „	.....0/10
鋅	„ || 錫 „	.....2/10
鋅	„ || 鉛 „	.....3/10

錫 (2吋×1吋) Ⅱ 鉛(2吋×1吋).....0/10

海水0/10

上表所列數字，雖與簾壺稍有出入，然大致對於各金屬之毒，有同一之方向。對於簾壺顯大毒者，除紅銅，鋅加錫，鋅加鉛外，尚有氫化錄，(HgO)雖其價值稍昂，然在海水中，頗保有持久性，而毒更烈於紅銅。以一克HgO加于一立特水中，三，四時後，即能使簾壺死亡。其加於海水中後，即沉澱於盆底，以後每日換水一次，於十日後，顯毒仍極烈，此時沉積盆底之HgO漸變為灰褐色(原為紅色)，在實用上，如果以極微量生效，未始不可應用，容後再從事“量”的研究。

總結上述結果，金屬中，以錄為最毒，銅次之，鋅又次之，錫，鉛除與鋅聯合外，本體並不顯毒，與Charles Richet氏之說(氏謂土中，水中，生物體中，分佈愈少之金屬，愈顯毒性)正合。惟所得之結果，均係在實驗室於一定量之海水中，實驗而得，與自然之無限量的海水，究有差異。海濱木船，間有以黃銅包被船底者，此種船底確能免海產動物之附着。照前述試驗，錫加鋅之毒，有時較黃銅有過之無不及。則錫加鋅在自然海水中，當必有效。若用紅銅或黃銅，為經濟起見，自不必用包被方法：木船須加油漆防腐，鐵船須加油漆防銹，若於油漆中加入紅銅或黃銅之粉，當與用銅片包被有同樣效力。況銅粉混合桐油，塗於木板後，其中銅粉發生變化，呈綠色，蓋已變為銅鹽矣。現在輪船所用之船底油，呈紅色，聞有微效，此種船底油，大抵為舶來品，其中當含有某種有毒

物質。油漆中加入銅粉，或鋅與錫，鋅與鉛之混合粉，或微量之氟化鋁，是否較通用船底油更有效力，尙待在海中作比較的實驗，方能斷定。現所知者，塗通用之船底油之木板，浸於一定海水中，對於藤壺無若何影響，反之，塗混銅粉之木板，同時浸於海水中，顯出特效。更有言者，在試驗室所試得之結果，以成體動物之生死，驗金屬毒之有無，而本研究的目的，並不必致動物成體於死地，僅以使其幼體不附着於船底上爲滿足。欲達到此目的，在自然海水中，或者不必需要紅銅，氟化鋁之大毒，即錫加鋅或鉛加鋅之小毒，已足避免海產動物之附生，未可知也。

自然的海水，當然與取至實驗室之海水多少不同，金屬在自然海水中甚久，或亦有不同之變化，在在均有繼續研究之必要。爲求實用上之結果起見，乃準備如下之實驗：

作V字形木框，代表船之自然形式。上嵌以木板，以代表木船，鐵板以代表鐵船。於其油漆中加入各種金屬因子，投於水中，隨時檢查其所着生之生物。冬來風浪時作，各種動物之發生遲緩，前曾在青島水族館前海面設備兩次，均被風浪轉徙而去，致尙未得在自然環境中之結果，現已將此裝置於青島大港之海水中，一俟春暖，當能迅速得到最後結果也。

二十五年一月三十一日，於青島水族館

3. 經利彬，石原泉： 黨參對於血成分之變異與脾臟存在或截除之研究(法文)一
4. 經利彬，石原泉： 芎藭之生理作用 (德文) 一
5. 經利彬，吳炳宋： 車前對於尿水量之排泄及其成分之變異之研究(德文)一
6. 經利彬，石原泉： 脾臟與黨參對於血中成分變異之研究 (法文) 一
7. 馬聞天： 兩種解熱植物之研究：常山與柴胡 (法文) 一
8. 經利彬： 半夏對於嘔噦作用之研究 (法文) 一
(第二卷定價六元五角)

第三卷 目錄

1. 徐佐夏，王晨，鹿鴻遠： 浮萍檢查，對於循還器之作用(德文)一
2. 經利彬，石原泉： 知母之藥理作用 (法文) 一
3. 楊敷海： 黑熱病原虫固體培養基面之培養法 (德文) 一
4. 經利彬，石原泉： 粉防已之藥理研究(法文)一
5. 經利彬，張羣，戴笠，劉玉素： 海仙人掌之體量變化及氯化鉀，鈣，鎂，鈉等與發光之關係 (法文) 一
6. 經利彬，石原泉： 地黃之藥理研究 (法文) 一
(此卷未完)

II. 中文報告彙刊，第一卷，再版中

第二卷，第一號定價四角

第二號至第四號每冊定價三角

第五號定價四角

第六號定價三角

III. 集刊 (Ex Veris publicationibus) 已出至第十種，非賣品

