

波的研究

國中組物理第三名

嘉義縣嘉義國民中學

作者：劉慕孝等四名
指導老師：林啟隆、李義和
蔡宗哲、黃美玉

一、動機：

在國中物理課本第三冊第十五章談到波動的性質時，有關的實驗器材只有一個水波槽，此裝置在討論波進行方向或折射等現象時，效果尚佳，但是對於波速深度振幅三者之關係及波如何傳遞就無能為力了。

於是在老師的協助下，我們設計了一些實驗裝置，不但解決了許多疑難，也發現了一些有趣的結論。

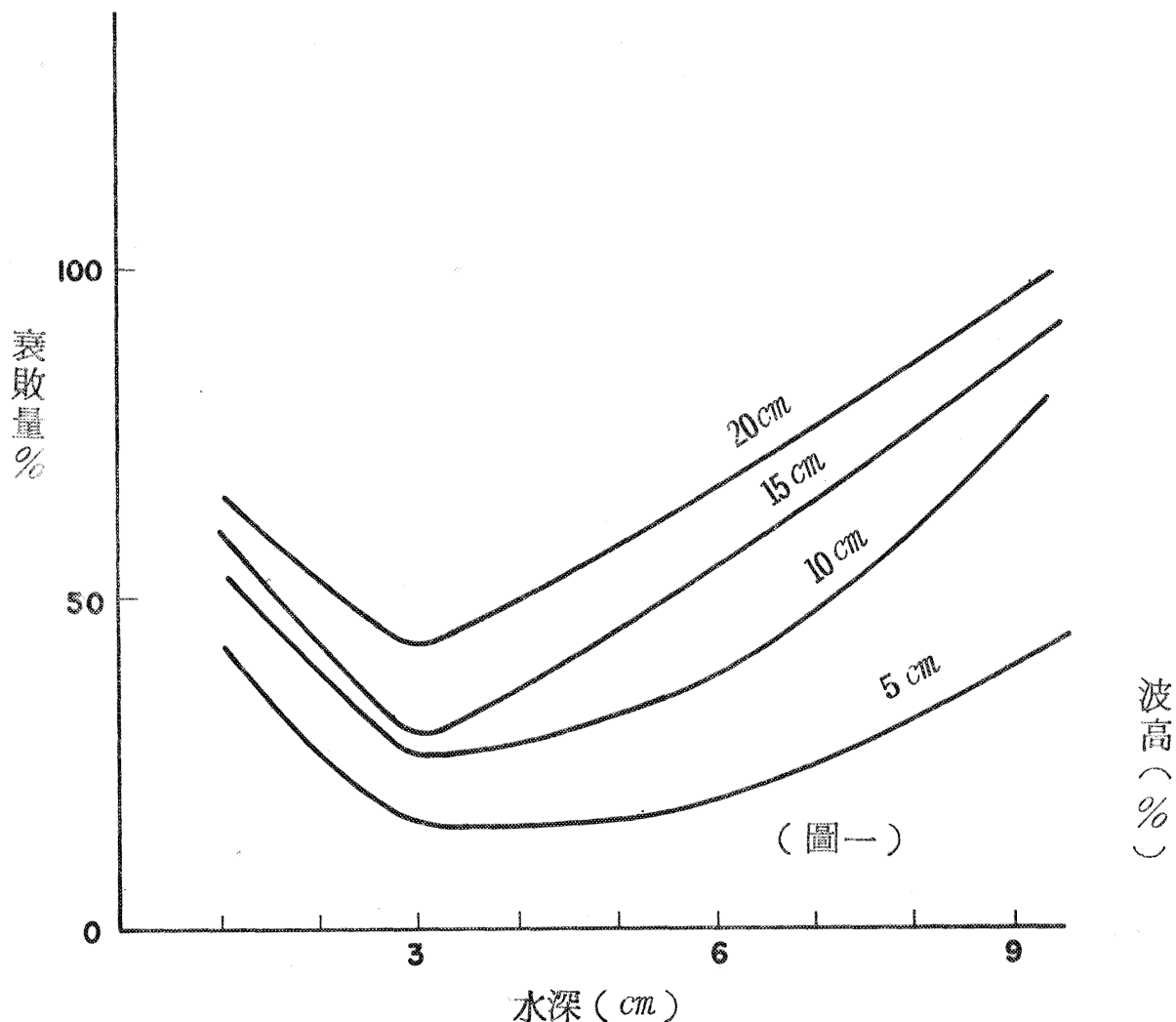
二、波的傳遞：

〔實驗 2—1〕水深與波衰敗之關係

用起波器（或玻璃板）在水槽中起波，然後在水槽中豎立一塊細目的網子，依網目中沾水的高低可測得水波的高度。以玻璃板改變水的深度，每改變二公分深度量一次波的高度，再換成波的衰敗量，以百分比表示之。

〔結果與討論〕如圖 1 波的衰敗量與水的深度約成比例，即水愈深波的衰敗量愈大。考其原因：可能是部份波動的能量傳入水中，水愈深所消耗的能量愈大波的衰敗量也愈大，所以前後振幅之差就愈大。

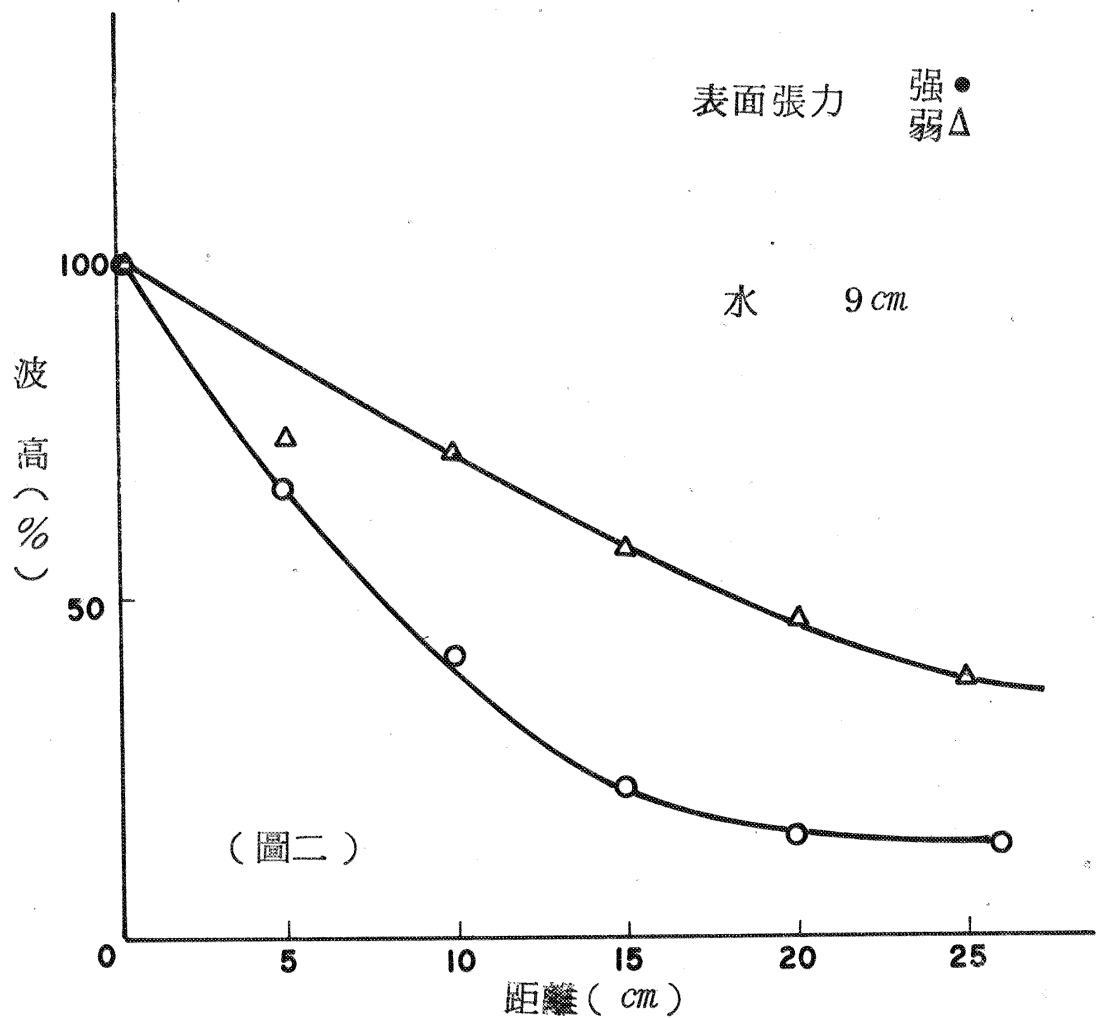
爲了證明波動是否會傳入水中，我們在水中放置一張石蠟紙當波動產生時水中的石蠟紙亦跟著飄動，由此證明波動亦會傳入水中。



〔實驗 2—2〕 表面張力對波傳遞的影響

使用不同表面張力的液體，如用加肥皂液的水（表面張力小）與普通自來水（表面張力大）作波的研究，結果如圖(二)所示。

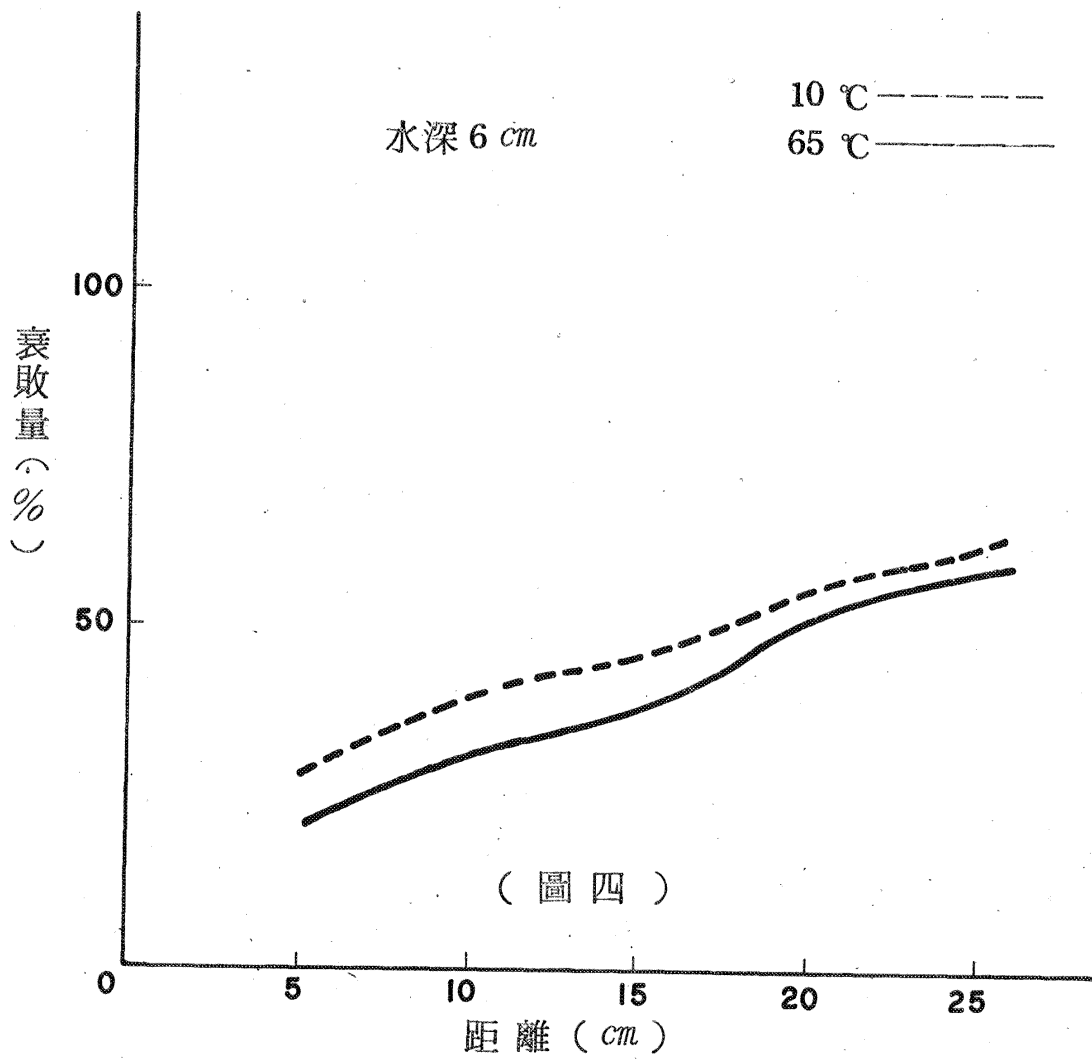
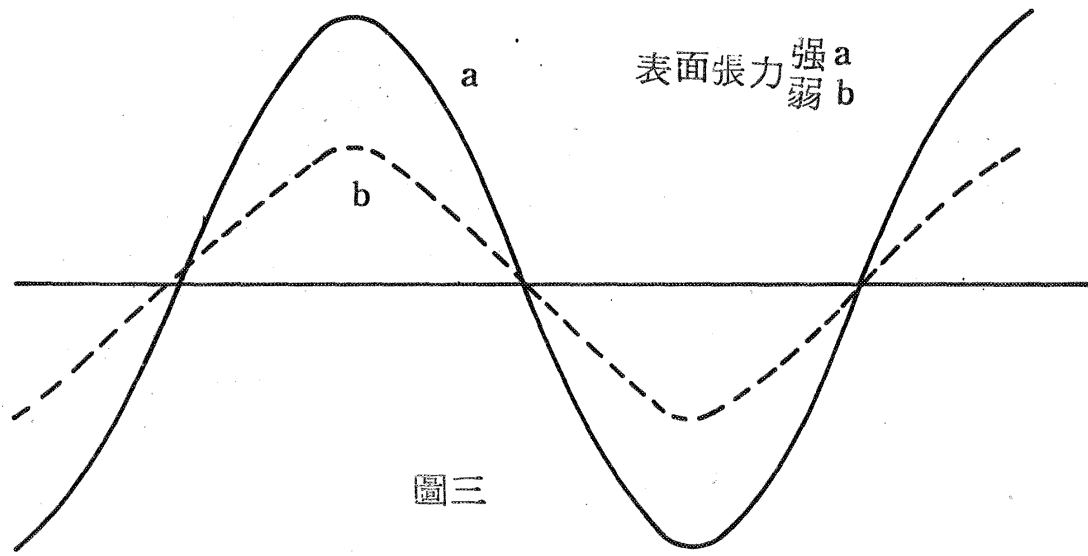
〔結果與討論〕 (1)由圖(二)可知表面張力弱時波較不易衰敗。(2)圖(二)表示表面張力強的波(b)和表面張力弱的波(a)。(3)圖(二)、(三)可推知在表面張力弱的狀態是上升或下降的粒子要回原位置的力量較弱，若不是在原位之上就是在原位之下，所以會產生較大的振幅。(4)表面張力強的狀態則與上述情形相反，一個個粒子回原位置的力量較強故振幅變小。



〔實驗 2—3〕 分子間力對波傳遞的影響

物理第十三章「熱和物態變化中提到物質受熱，溫度變高，粒子間的分子力會因熱運動而變小（即密度變小）反之溫度變低時，分子間力會變強（即密度變大），故高溫的水和低溫的水分子間力也可能不同，所以爲了測定分子間力對波傳遞的影響我們使用不同溫度的水作波的衰敗實驗。

〔結果與討論〕(1)由圖(四)可以看出溫度高的水所產生之波不易衰敗。(2)表面張力就是發生在表面的分子間力，故傳遞波動的主要因素可以說是分子間力。(3)由實驗 2—2、2—3 證實了課本中的敘述「彈性內力的大小及介質的密度會影響波動的傳遞」。



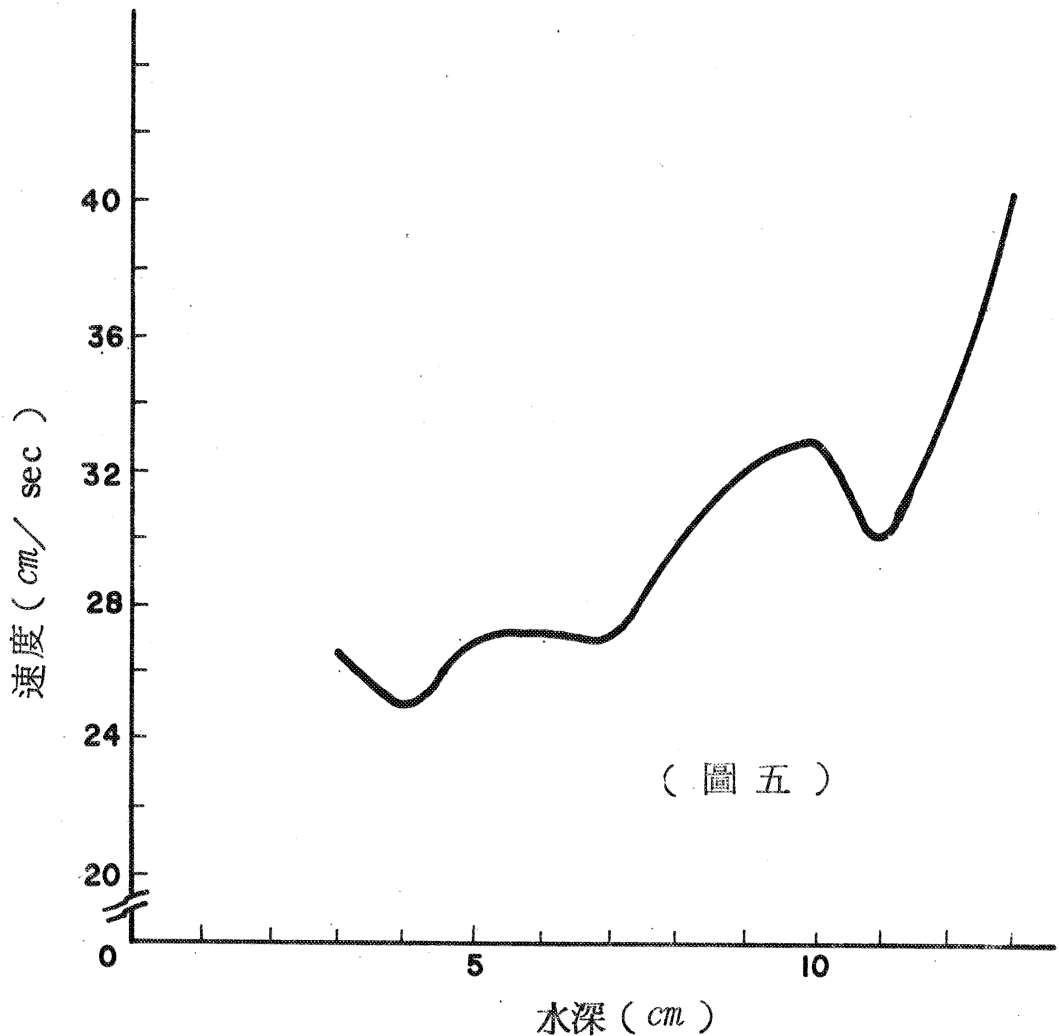
三、波進行的速度

爲瞭解影響波速的因素，我們設計了一種測定之裝置，爲了易觀察波動起見，將螺旋鋼絲附近在環形保麗龍上，下端以橡皮栓固定，然後將其置入水泥的水槽中再以橡皮栓從某一高度落下，起波，計算波進行 30 cm 所需之時間

[實驗 3—1] 水深與波速之關係

以水深 3—13 cm 每改變 1 cm 深度時測其波速（起波之橡皮栓高度爲 10 cm）

[結果與討論] 如圖(五)所示水深愈深波速有變化的傾向。

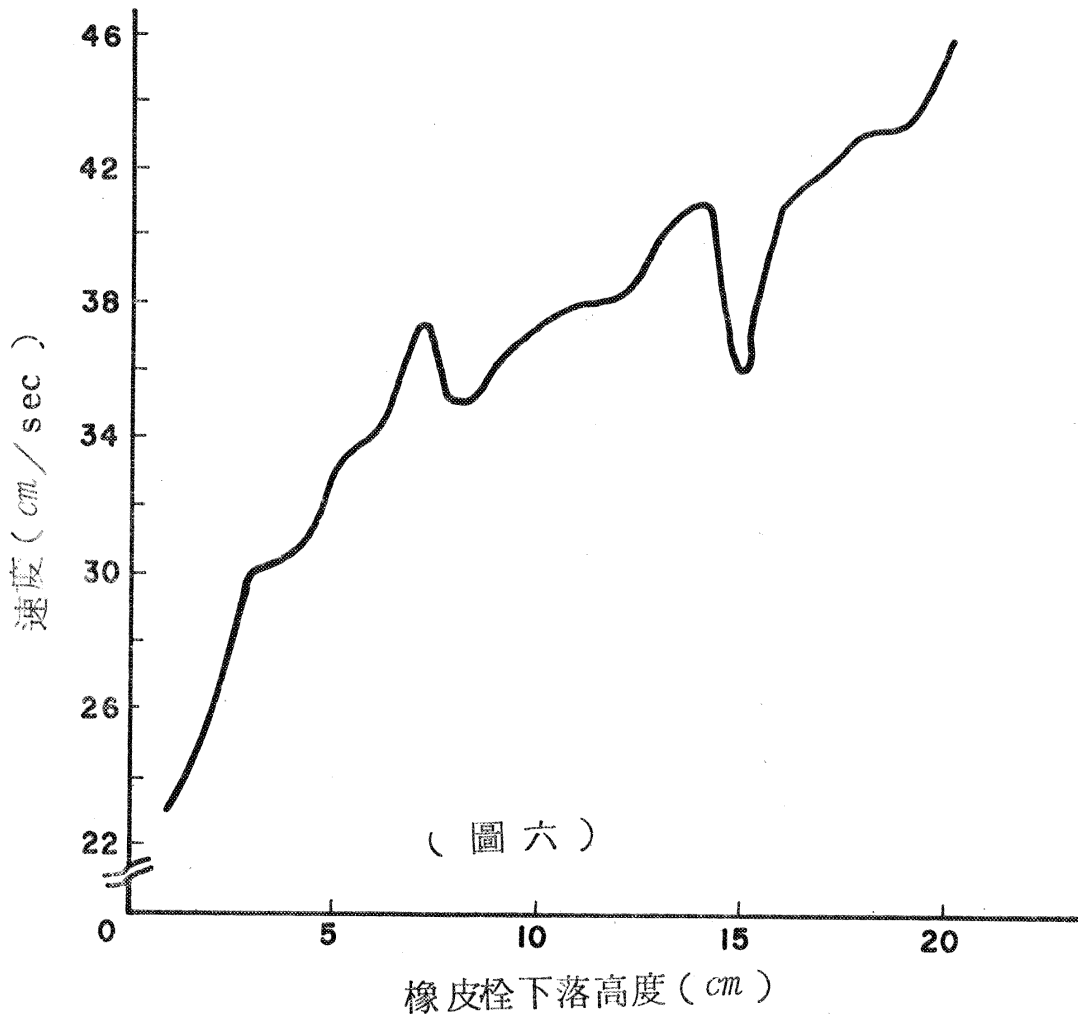


[實驗 3—2] 橡皮栓下落高度與波速的關係

固定水深爲 10 cm 起波用的橡皮栓高度從 1 cm 至 20 cm 每改變

1 cm 高測量一次。

[結果與討論] 如圖(六)所示，我們可以明顯的看出來橡皮栓的高度愈高，波速會變得愈快。



[實驗 3-3] 表面張力與波速之關係

固定水深及橡皮栓高度都為 10 cm，比較在肥皂水及自來水中所產生之波速。

[結果與討論] 雖然我們沒有將表面張力數值化，但是還是可以看出表面張力強時，波速會變快。

由以上實驗，可以假設波速可能和波高有些關係：

- (1) 波高的衰敗量是依水深和表面張力而異。
- (2) 水深小波衰敗程度小速度慢。
- (3) 表面張力弱時波衰敗變小波速變慢。

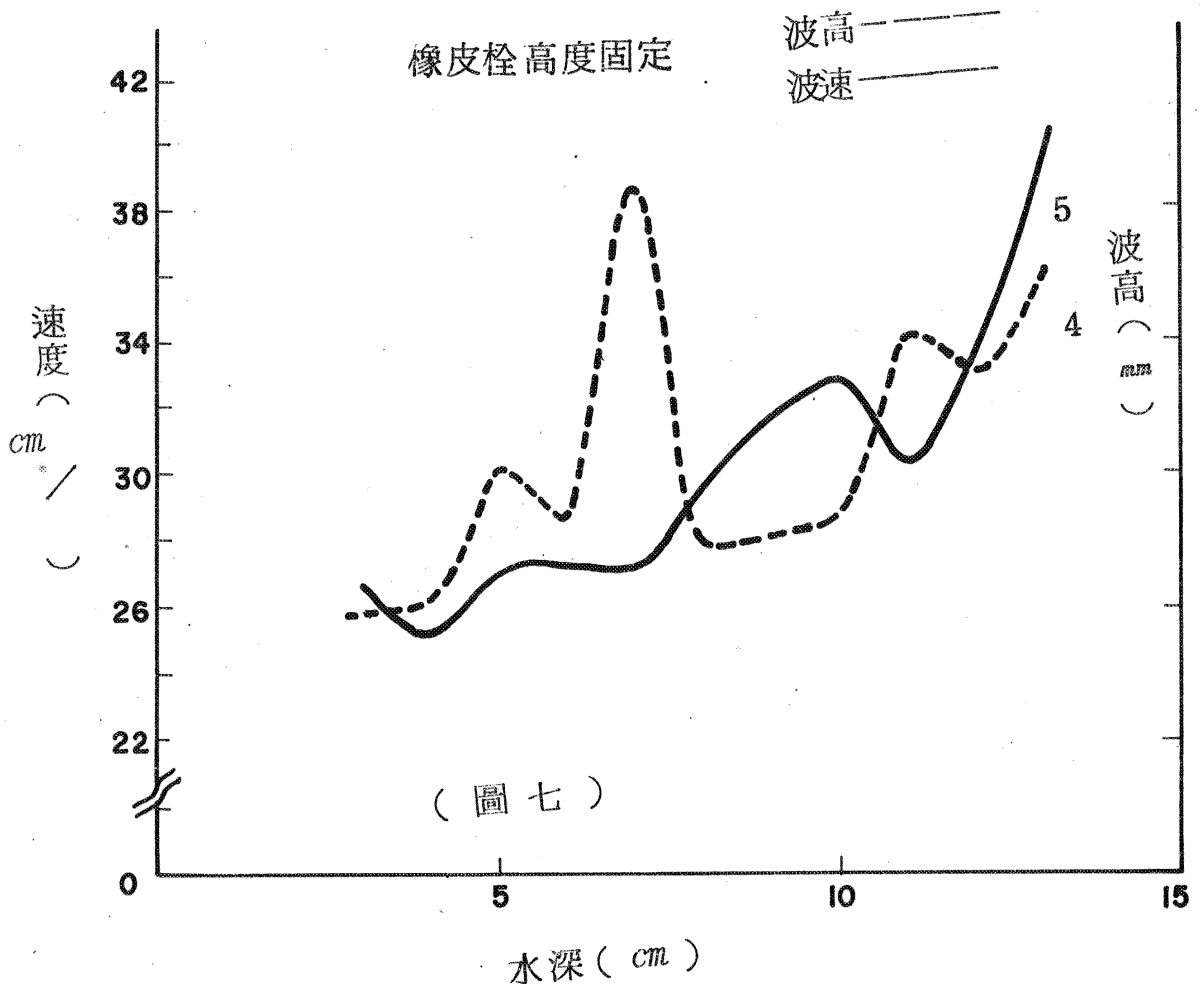
以上三點似乎有共同之處，故我們要考察一下，波速和波高是否有關。

測定波高可應用前面所用金屬網沾水的方法，在距離橡皮栓落點 10 cm 和 5 cm 處測量波高而後再算出其平均值 即為在該深度之波高。

[實驗 3—4] 水深與波速波高之關係

方法：水深從 2 ~ 13 cm 每變 1 cm 測定一次波高，起波用橡皮栓高度固定為 10 cm。

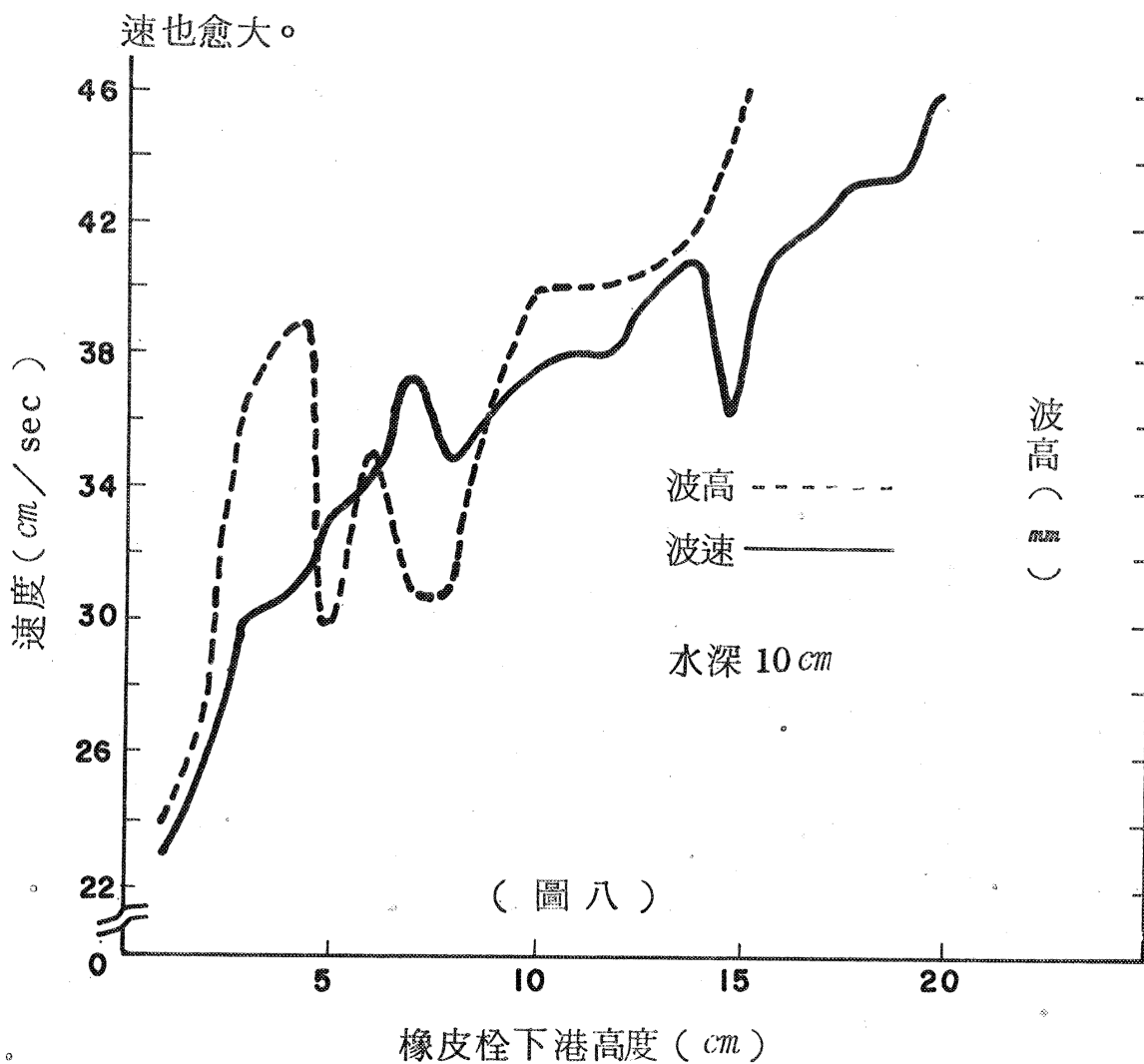
[結果與討論] 如圖(七)所示，水愈深波速愈快同時波高也愈高。



[實驗 3—5] 橡皮栓下落高度與波速高之關係

起波用橡皮栓落點高度從 1 cm ~ 13 cm 每變 1 cm 處，測定波高，水深固定 10 cm。

[結果與討論] 如圖(八)所示，橡皮栓落點愈高時，波高變高，波



四、總結：

- (1) 水深和波的衰敗量成正比關係即水愈深波的衰敗量愈大，可見波不但會在表面傳遞，而且會傳入水中。
- (2) 經過實驗證實粒子間的內聚力及表面張力會影響波動的傳遞，所以結論是分子間力（內聚力）是傳遞波動的主要因素。
- (3) 水愈深波速愈大增強表面張力時，波速亦會變大。
- (4) 波的高度愈高，波速愈大。
- (5) 本實驗繼續研究約半年之久，雖然獲致部份結論，但是我們不敢以此為滿足，因為仍有許多問題需要更進一步探討：例如圖(→)中水深與波之衰敗雖成比例關係，但在水深 3 cm 以前却成反比。又如表面張力數值化後與速度的關係，以及為何波高變高波速亦變快。

- 評語：1. 實驗方法有創意。
2. 取材新穎。
3. 所用儀器不夠精確可靠。