

生命與環境科學

— 學習檔案 —



班 級：四視一乙

學 號：97422211

姓 名：林芳伊

授課教師：吳樹屏

中華民國九十八年一月五日

目錄

目錄	1
教學大綱	2
教學計畫書	3
單元學習單	5
． 羅倫佐的油	6
． 重金屬報告	9
． 再生能源方案	10
． 環保方案-環保袋	14
． 太陽能發電原理	15
． 廢物利用	16
． 學習活動紀錄	17
課堂筆記	20
自我評量表	26
附件-期中報告：重金屬污染	



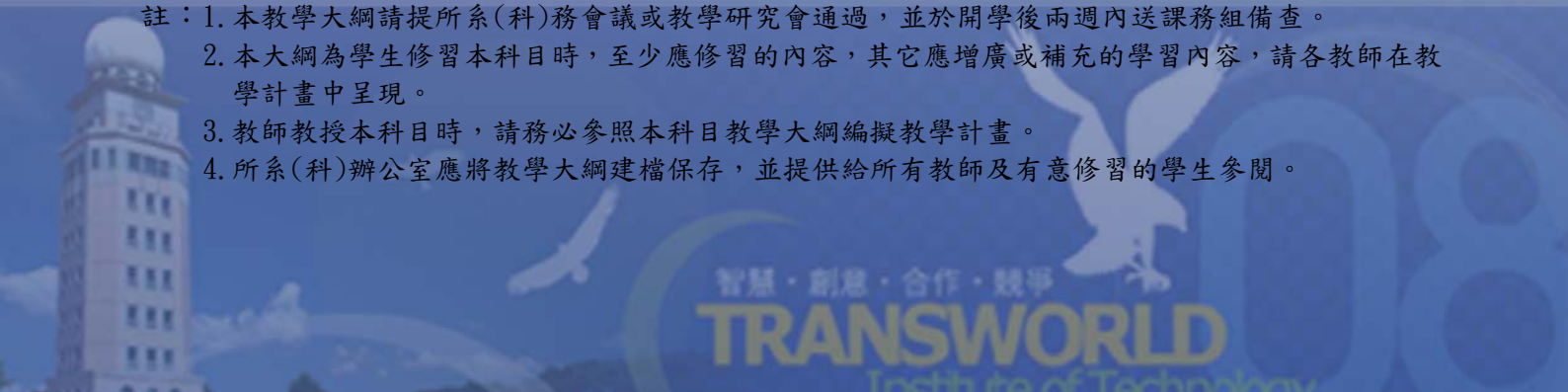
教學大綱

環球技術學院日間部開課科目教學大綱

科目名稱	(中文) 生命與環境科學		
	(英文) The Life and the Environmental Science		
科目代碼	00836	開課所系科	四技視傳
開課學制	☐ 研究所課程 ☒ 四技課程 ☐ 二技課程 ☐ 二專課程		
開課學年及學期	九十七學年上學期	授課/實習/學分	2/0/2
教學目標	透過課程學習過程幫助學生瞭解生命的由來與生命科學的意義，並以生命科學為主軸探討生活中常見之生命科學與環境間之關係，並喚起學生在所生存的環境中對於周遭生命的尊重與環境的關懷。		
項次	教學內容綱要		
一	生命科學的意義		
二	生命的基本組成與生命的秘密-DNA		
三	基因與遺傳 (含遺傳疾病介紹)		
四	生物與環境生態系 (含生物的多樣性與分類介紹)		
五	全球與台灣環境介紹		
六	環境破壞的可怕—認識全球各種環境污染問題		
七	環境問題防治之措施與設施認識		
八	綠色能源與資源再生之重要性		
九	觀察環境破壞與環境保護或綠色能源設施		
十	尊重生命、愛惜環境與珍惜資源的實踐		
主管簽章：		年 月 日 學年度第 學期第 次所、系、科 務會議或教學研究會通過。	

- 註：1. 本教學大綱請提所系(科)務會議或教學研究會通過，並於開學後兩週內送課務組備查。
 2. 本大綱為學生修習本科目時，至少應修習的內容，其它應增廣或補充的學習內容，請各教師在教學計畫中呈現。
 3. 教師教授本科目時，請務必參照本科目教學大綱編擬教學計畫。
 4. 所系(科)辦公室應將教學大綱建檔保存，並提供給所有教師及有意修習的學生參閱。

※請遵守智慧財產權觀念，不得非法影印教科書。



教學計畫書

環球技術學院日間部教學計畫

科目名稱	(中文) 生命與環境科學		教師姓名	吳樹屏	
	(英文) The Life and the Environmental Science				
E-Mail	dennywu77@yahoo.com.tw				
課後輔導 地點/時間	HS410-07 / 星期二上午第 1-2 節 星期二下午第 7-8 節		聯絡電話	☎：校內分機 8307	
開課學制	☐ 研究所課程 ☒ 四技課程 ☐ 二技課程 ☐ 二專課程	開課所系科	四技視傳	開課年級	四視傳一乙
開課學年 及學期	九十七學年度第一學期	授課時數/ 實習時數	2/0	總時數/ 學分數	2/2
類別	☐ 專業必修 ☐ 專業選修 ☒ 通識必修 ☐ 通識選修	授課時間 星期/節次	星期二 第 5-6 節	教室代號	DC-401
先修課程					
教學目標	透過課程學習過程幫助學生瞭解生命的由來與生命科學的意義，並以生命科學為主軸探討生活中常見之生命科學與環境間之關係，並喚起學生在所生存的環境中對於周遭生命的尊重與環境的關懷。				
週次	授課日期	教學單元	教學方法	教學資源	備註
一	2008/09/09	教學準備	講解	電腦、投影機	
二	2008/09/16	課程介紹與生命科學的意義	講授	電腦、投影機	
三	2008/09/23	生命的基本組成與生命的秘密 -DNA	講授	電腦、投影機	
四	2008/09/30	基因與遺傳	講授	電腦、投影機	
五	2008/10/07	與基因遺傳相關影片教學	影片欣賞	電腦、投影機	(繳交學習單)
六	2008/10/14	生物與環境生態系	講授	電腦、投影機	
七	2008/10/21	全球與台灣環境介紹	講授	電腦、投影機	
八	2008/10/28	期中報告	分組報告	電腦、投影機	報告與前半學期課程有關之主題八項，可由教師指定或學生自訂，不重複即可。
九	2008/11/04	「再生能源講座」	演講	電腦、投影機	(繳交學習單)
十	2008/11/11	環境破壞的可怕—認識全球各種環境污染問題	講授	電腦、投影機	

※請遵守智慧財產權觀念，不得非法影印教科書。

十一	2008/11/18	環境污染議題省思	講授、 分組討論	電腦、投影機	分組請同學針對目前所身處環境所遭遇到之環境污染問題進行討論，並列出可能實踐之解決方案(繳交討論單)
十二	2008/11/25	環境問題防治之措施與設施認識	講授	電腦、投影機	
十三	2008/12/02	校園生態認識	戶外教學		生態中心參觀(繳交學習單)
十四	2008/12/09	綠色能源與資源再生之重要性	講授	電腦、投影機	
十五	2008/12/16	觀察環境破壞與環境保護或綠色能源設施	戶外教學		本校中水系統介紹與參觀環境資源中心參觀介紹本校太陽能及風力發電系統(繳交學習單)
十六	2008/12/23	與環境相關之影片教學	影片欣賞	電腦、投影機	(繳交學習單)
十七	2008/12/30	期末實做展演	分組展演	電腦、投影機	利用周邊所回收之資源重新再生並運用創意製造新產品。
十八	2009/01/06	學習反思、回饋與分享			(自我評估表填寫繳交)
考 試					
作業規定	影片欣賞報告				
成績計算	出席與課堂討論參與 20%；作業與心得報告 20%；期中評量 30%；期末評量 30%				
教 材	「生命與環境科學」講義-吳樹屏、廖敏宏、林建昌等，高立印製。				
其 他					



活動學習單

課程名稱：「與基因遺傳相關影片教學」學習單

影片欣賞名稱：

NICK NOLTE SUSAN SARANDON

LORENZO'S OIL

電影【羅倫佐的油】影片心得報告

日期：10/17

地點：DC410

班級：四視一乙

學號：9722211

姓名：林芳伊

影片大綱：

羅倫佐的故事起於，小主人翁羅倫佐在六歲的時候。發現遺傳到 ALD（腎上腺腦白質退化症）

在當代這個症狀是無法醫治的，只能用飲食的方式控制病情，但成效不彰，患者終難逃一死。

聽過醫生的死亡宣判，羅倫佐的父母仍不放棄希望，甚至將自己投入醫學領域，研究相關知識。

最後找出了 Lorenzo's Oil（羅倫佐的油）

反思與分享：

在醫學尚未健全的時代，許多疾病沒有解藥，得病的患者只能默默等待，死神的降臨。

一開始，羅倫佐的父母也和其他家屬相同，經歷痛苦，絕望。憎惡上天的不公平。但他們不向命運低頭，採取正面積極的態度面對，四處聽取意見，找尋治療方法。

縱使得知醫學技術無法突破。但父母依然願意嘗試，遵照醫生指示調整羅倫佐的飲食。

希望能控制病情，希望將傷害減到最低，

電影裡，母親因遺傳疾病自責的表情，父親在階梯上痛哭流涕。

電影裡，父母聽完病情，偷偷擦拭眼水，微笑抱起羅倫佐，答應回家要念故事給他聽。

多麼讓人心碎的畫面啊，縱使父母心理有多疼。但是當面對孩子時，夫妻還是收起所有負面情緒，

用笑容鼓勵，要孩子不感到害怕。隱瞞真相，讓寶貝有更多更多的勇氣。對抗疾病。

面對困境時有人逃避，有人勇敢前進。沒有所謂的對錯好壞，不過是選擇的不同。羅倫佐家庭選擇的，和多數人一樣，勇敢奮戰。

期間，羅倫佐夫婦曾受邀參加 ALD 基金會的家庭會議。原先以為會在此得到相關的資源幫助。但令人失望的是，基金會裡大家關心的主題，大多是如何挽救婚姻或分享感情，沒有人在討論生病的孩子。甚至在一次討論食譜的會議中，羅倫佐夫婦對控制飲食的可行性提出質疑，卻遭到會長極力勸阻。以醫學工作不是基金會的功能，應該相信醫師專業為由搪塞，逃避問題。不願兒子被當作醫療實驗品，盲目將希望託付在醫生手裡。也拒絕兒子因為自己的無知受苦。羅倫佐夫婦決定學習研究相關的醫學知識，幫助自己。

相較於其他家庭而言，羅倫佐夫婦想藉由醫學了結全部的狀況，設法解決連醫生都無法醫治的病情。這是他們偉大的地方。在羅倫佐夫婦尋求解答的過程中。我們更了解了 ALD 主要的問題和疑點。控制飲食雖然減少脂肪酸攝取，但身體細胞會自動產生超額的脂肪酸，填補缺少的部分。

他們必須找出一種食用替代品，阻止身體產生超額脂肪酸。在這段情節中可以發現，儘管羅倫佐夫婦點出問題方向。但當代醫學仍對此疾病抱持消極的態度。不斷以政府經費不會撥給這種罕見疾病，或試驗藥材昂貴為由，期望他兩夫妻能夠放棄。但他們沒有被打倒，自己籌組金費、辦專題討論，四處找化學藥局尋求需要的藥品。終於皇天不負苦心人，他們找到了一種化學精鍊的橄欖油。能成功下降 50% 的脂肪酸。但遺憾的是，療效也僅止於此，無法更加突破。

這樣的困境加上外界的不支持，讓羅倫佐夫婦惆悵不已。

尤其是妻子蜜雪拉，照顧兒子壓力過大，近乎瘋狂的程度。開始責怪身邊每個人。曾經一起照顧羅倫佐的朋友親人，一個個離去。

丈夫奧古斯都看見妻子的狀況，決定在深入研究治療疾病的方法。儘管當時他們已經沒錢了，需要繼續工作，但父親仍然花費大量的時間精神研讀相關資料，並將內容影印給在家照顧愛兒的妻子。

電影在後半段，步調越來越快，專業的術語，雖然讓人很難輕易了解。但能感受

的到兩夫婦，已經對於疾病有深入的認知，並且能提出比當代的醫學更有效的治療方法。在專業化學製品人員的協助下，提煉出珍貴的純芥酸三酸甘油酯。混合原先的橄欖油食用，終於在羅倫佐患病第 32 個月後，病情得到了控制。

夫妻兩的付出得到回報。但故事並沒有到此寫下快樂結局，因為縱使控制病情，羅倫佐的大腦已被嚴重侵蝕。無法利用飲食回復健康的身體。移植神經細胞，激發髓鞘生長。是這些病患家屬，醫生需要共同努力的目標…

電影結束在 1992 年末，羅倫佐 14 歲，新的醫學技術展開，仍有治癒的希望。

2008 年今日我們看見報導，羅倫佐在過完 30 歲生日的隔日逝世。

我不經想問，對於羅倫佐夫婦而言，這一切努力值得嗎？（母親蜜雪拉於 2000 年辭世）經過 20 多年的努力，最後在電影結局之外，依然無法挽救愛子的生命。犧牲得不到奇蹟。或許是我想法自私吧。知道有成千上萬的 ALD 病患家庭，因羅倫佐的油受惠。醫學界也因此得到警惕，有更多的技術突破和發展。但…羅倫佐的家庭呢？為什麼不能 happily ever after.

「他無法目視或與他人交談，但畢竟還是和我們在一起。他並未受苦…這是最重要的一點。」

從父親的這句話可以深深感受，羅倫佐一家人的心，真的緊緊扣在一起。相信兒子已經得到最好的照顧，不後悔付出，不怨天尤人，進而將小愛轉化為大愛，幫助更多的病患家屬。

羅倫佐的故事，隨著主角的辭世已經畫上一段休止符。但是羅倫佐父母，為了兒子如此犧牲付出的精神。卻在我的心中刻下一句驚嘆，反思自己對於現在和未來的家庭，能否能與他們一樣，為了家人永不放棄，全心付出。
羅倫佐一家辦到了。我相信，自己也同樣可以！



課程名稱：「期中報告-重金屬污染」學習單

單元活動名稱：期中報告-重金屬污染

日期：10/22

地點：DC410

班級：四視一乙

學號：97422211

姓名：林芳伊

討論內容：

一. 什麼是重金屬污染？

二. 重金屬對環境有什麼影響？

※優缺點比較：

益處

壞處

重金屬之危害

◎補充→什麼是八大重金屬？

三. 生活中的重金屬污染案例

四. 重金屬污染的植物多樣性

◎重金屬高聚積植物主要可區分為三大類群：

◎何以有些植物卻能演化成可以累積大量重金屬呢？

五. 重金屬污染引起的疾病

六. 生物科技在植生復育上的應用

七. 總結



反思與分享：

我們應該要保護整個地球，應該要預防，不然地球都要被污染了！

課程名稱：「再生能源講座」學習單

討論主題：再生能源講座

日期：11/5

地點：國際會議廳

班級：四視一乙

學號：97422211

姓名：林芳伊

討論內容：

丹麥再生能源推動成效除了逐年提升電力配比及達成二氧化碳減量目標外，且帶動風電產業蓬勃發展，丹麥科技大學並開設風能碩士課程，以保持競爭力。產、官、學界之所以能夠積極投入，其動力來自於長遠穩固的政策支持，而透過立法建立制度是最直接的實現手段，因此瞭解丹麥再生能源法規，有助瞭解其政策之執行策略。

丹麥再生能源法規目前再生能源主要應用面仍為發電，丹麥爰於電力供應法（The Electricity Supply Bill）第9章獨列再生能源專章，並於第1條開宗明義宣示：「提升再生能源等永續能源之利用為落實本法立法目的之策略。」第9章章名為環境友善電力，以2005年版本與1999年版本相較，該章條文數由14條增加為24條，修正幅度極大，其中最大差異在於再生能源電能收購價格由授權主管機關訂定之方式修正為明定於母法當中。由於再生能源發電成本高於傳統能源，不具市場競爭力，因此強制性措施及創造投資誘因是各國常見的發展策略，電力供應法第9章之規定即涵蓋上述兩種策略，其一為再生能源電力配比機制，明確而具體地規定再生能源逐年發展目標；其二為固定收購價格，提供再生能源發電業者投資保障。茲將該法第9章主要規範內容逐項說明如下：

一、再生能源適用範圍

第55條規定適用收購價格之再生能源為風力、沼氣、生質能、太陽能、波浪能及10MW以下水力，並授權主管機關運輸能源部就再生能源之範圍得另為認定及修正，因此以再生能源為發電來源之燃料電池、生質能汽化爐、史特林引擎亦適用之。另外廢棄物焚化爐及汽電共生系統，雖然被排除於適用範圍，但其生產電力仍歸類於環境友善電力，該法亦保障其收購價格。

二、再生能源憑證（RES certificates）

第60條規定再生能源發電業者得按其發電量申請再生能源憑證，而該憑證得為交易之標的。第61條至第63條規定所有電力用戶應依主管機關之公告，使用一定比例之再生能源電力，該比例由主管機關逐年公告。所謂再生能源電力係指取

得「再生能源憑證」之電力，由電力系統業者代用戶購買，如購買數量未達主管機關當年度公告比例者，不足部分每一度須支付0.27DKK給國庫。（丹麥幣值單位，1DKK=100øre=NT6.4【2008/05/29匯率】）

三、發電來源證明及環保標章 (Guarantees of Origin and Eco-labelling)

為確保再生能源電力的發電來源為該法規定之再生能源種類，第63條之1規定業者得提出相關資料及文件並繳納費用，向主管機關申請發電來源證明書。此條並規定業者有義務將前一年度提供的電力，其發電來源及對環境的衝擊等相關資訊提供給用戶。

四、接管風力機 (Takeover of Wind Turbines)

丹麥2005年既設之再生能源發電設備大約6,000座，其中風力機即占5,400座，可知風力發電對於丹麥再生能源發展具有關鍵性影響，其控管也相對較為重要。第66條規定符合下列情形者，風力機所有人得要求主管機關接管：

- (一) 提出該法所定之收購價格無法清償風力機融資金額之證明文件。
- (二) 風力機再融資時間為1999年4月29日之前。風力機由主管機關接管後，電力系統業者具有優先承接權，但其對於風力機之處置，應以保障電力用戶之權益為優先考量。

五、併聯 (Connection of Electricity)

第67條規定再生能源發電業者須負擔其設備併聯至10~20千伏電壓之必要費用，如果經電力網業者評估該設備應併聯至較高電壓之併接點時，發電業者亦僅需負擔併聯至10~20千伏電壓之必要費用，其他所有的額外費用包括強化電力網的成本，由電力網業者自行負擔。風力機之併聯不適此條規定。

六、再生能源電能收購價格 (Settlement Prices for RES Electricity)

立法明定再生能源電能收購價格之目的在於保障投資回收，提升業者設置意願，因此採用收購價格制度的國家紛紛將政策落實於法律當中，德國、西班牙及丹麥皆是其中的先驅典範。該法規定之收購價格依能源種類、裝置容量及設置時間而有所不同，原則上愈晚設置者價格愈低，保障收購期間為20年。價格分為固定及浮動兩種方式：

(一) 固定價格：單一收購價格，不受市場價格（北歐電力交易所之交易現貨價格）影響。

(二) 浮動價格：以平均市場價格為基準，再加上固定的補貼金額，但某些補貼項目有上限規定。市場價格基本上是浮動的，例如2004年平均值每度為0.21DKK。以1999年12月31日前併聯之離岸風力機為例，自併聯起前10年每度電以0.43DKK收購；後10年每度電收購價格則為市場價格+0.1DKK，但合計不得超過0.36DKK；另外每度電退稅補償金為0.023DKK。該法所定之收購價格僅分為風力機及其他再生能源發電設備兩大類，對於太陽光電及海洋能等成本較高之再生能源，幾乎不具投資誘因，由此看出該法獨厚風力發展之政策目標至為顯著。由於丹麥發展風力發電起源甚早，早期設置之風力機陸續屆滿20年的商轉壽期，為鼓勵風力機除役更新，針對1999至2009年之間除役，並於規定期間內更新之風力

機，另訂有優惠收購價格。

七、PSO基金 (Public Service Obligations)

(一) PSO 費用係依據該法第18、19

條規定，附加於電費帳單向電力用戶收取，其金額依PSO 費率與使用度數核算，以2005 年為例，每度電收取金額平均為0.11DKK，約為電費的6%，而為了降低對產業的衝擊，超過100GWh 的大型電力用戶，超過100GWh 部分的用電量，其PSO 費率減半。(二) PSO 基金由Energinet Danmark (E.dk) 管理，該機構由丹麥經濟商業部依法授權成立，執行任務包括該法所定的電力公共服務事項。PSO 用途包括再生能源、汽電共生電能費用補貼及環境友善電力研發計畫等，其中用於電費補貼之金額約占其總收入四分之三，主要補貼方式如下：

1. E.dk向發電業者購買電力，並於電力市場出售。收購價格與市場價格之差額由PSO基金支付。此種方式主要用於風力機及小型汽電共生系統。
2. 業者向發電業者購買電力，市場價格與收購價格之差額向E.dk申請費用補貼。此種方式主要用於風力機或其他再生能源發電設備。

探討及借鏡

丹麥發展再生能源已逾30年，惟以電力供應法1999年通過修正起算亦不過近十年的時間，然而透過立法落實相關政策與措施，才能建構永續發展的環境。與其他採行固定收購價格的國家相較，電力供應法有兩項獨特措施：

一、電力配比義務

該法所定之再生能源電力配比義務係針對電力用戶，而非電業，並透過電力系統業者代為購買，購買數量不足時，用戶必須額外支付罰鍰。由於丹麥電力市場已經自由化，用戶可自由選擇電力網業者，經由再生能源電力配比義務機制之運作，可督促電力網業者提供更佳之服務，以爭取用戶青睞。

二、電費補貼機制

由於化石能源並未加計外部環境成本，致使目前發電成本相對較高的再生能源難與之自由競爭，惟其低碳排放之優勢為減緩氣候變遷之重要對策，因而由電力用戶分擔發展再生能源清潔電力的費用，符合污染及使用付費之原則。該法規定用戶必須支付PSO費用，部分收入即用來補貼再生能源費用；PSO收取費率一季訂定1次並事先公告，可促使其財務透明化並受全民監督。

發展再生能源刻不容緩

因應傳統能源不斷耗竭及氣候變遷危機，近年來再生能源在世界各國的發展方興未艾，我國能源來源幾乎全數仰賴進口，為提高能源供應自主性及因應京都議定書生效，推動再生能源已獲各界共識，因此行政院於民國91年1月核定「再生能源發展方案」，同年8月擬具「再生能源發展條例」草案送請立法院審議，惟歷經第五及第六屆議事審查仍未能完成立法。我國再生能源相關政策及立法進度尚屬起步階段，相較之下，發展再生能源數十年的丹麥，其施政積極而成效具體，相關制度經歷多次修正漸趨完備，其成功經驗可為借鏡，以達事半功倍之效。

(作者任職於工研院能環所)

反思與分享：

地球不停的被破壞，天氣整個亂成一團，我們應該要重視並且去改善，所以我們應該要發展再生能源，減少地球被破壞！



生活中可供執行的環保方案—環保袋

討論主題： 環保袋

日期： 12/9

地點： DC401

班級： 四視一乙

學號： 97422211

姓名： 林芳伊

討論內容：

一. 執行:減少不必要的垃圾，多使用環保袋！

二. 實施方案:出門購物自備袋子，不在買袋子。

反思與分享：

地球不停被人類破壞，生活中太多可以減少被破壞，像我們做的這個就是一種。環保很重要，越早開始實施地球就會減少破壞，這些都是需要大家一起努力的，希望大家可以一起努力保護、珍惜地球。



課程名稱：「太陽能」學習單

討論主題：太陽能發電設施及原理

日期：12/15

班級：四視一乙

學號：97422211

姓名：林芳伊

討論內容：

太陽電池(solar cell)是以半導體製程的製作方式做成的，其發電原理是將太陽光照射在太陽電池上，使太陽電池吸收太陽光能透過圖中的p型半導體及n型半導體使其產生電子(負極)及電洞(正極)，同時分離電子與電洞而形成電壓降，再經由導線傳輸至負載。

由於太陽電池產生的電是直流電，因此若需提供電力給家電用品或各式電器則需加裝直/交流轉換器，將直流電轉換成交流電，才能供電至家庭用電或工業用電。

反思與分享：

現在的社會是一個講求資訊科技的社會，正如我們現在用互聯網來看這個網頁一樣。但現在是提倡環保的時代，所以我們除了追求高科技之外，也要注重我們身邊的環境。

而太陽能的應用正好符合這個條件。因為太陽能不會像煤和石油一樣在燃燒時產生廢氣來污染環境，更不像煤和石油有耗盡的一天。而且更不會有用核能發電所帶來的危險性和後遺症。所以如果以太太陽能來取代現有的煤，石油，天然氣等能源，環境污染的問題便可大大地減少。

太陽能憑著它的兩個大優點：一. 蘊藏量可以說是用不完（約可用五十億年）。二. 不會產生廢氣來污染環境。而因此越來越受人重視。例如現在有一些公司正在開發用太陽能的汽車，希望能代替現有的汽車。和已經存在了很久的太陽能計算機和太陽能手錶。而且還有些公司已成功開發太陽能熱水器，這些熱水器不但可以節省電力、煤氣，更可以節省水，好處有很多。當然，使用太陽能還存在著很多問題，例如技術上的問題，資金上的問題等，而且太陽也不是二十四小時高高掛在天空上，所以太陽能的應用未能夠普及化。但假以時日這些問題必定可以迎刃而解，到時我們的社會就會更加進步。



期末作品—廢物利用

主題：桌椅腳的鞋



理念

以最環保的材料去製作，不需要在爲了地板會刮傷而煩惱，而不要的布料剛好也可以加以利用到。

不僅環保還保護了家裡的地板，很方便又能保持家裡地板美麗的光澤，髒了只要拿去洗乾淨還可以繼續重複使用。

材料

- a. 不要用的布料
- b. 鐵絲 or 橡皮筋

討論大綱

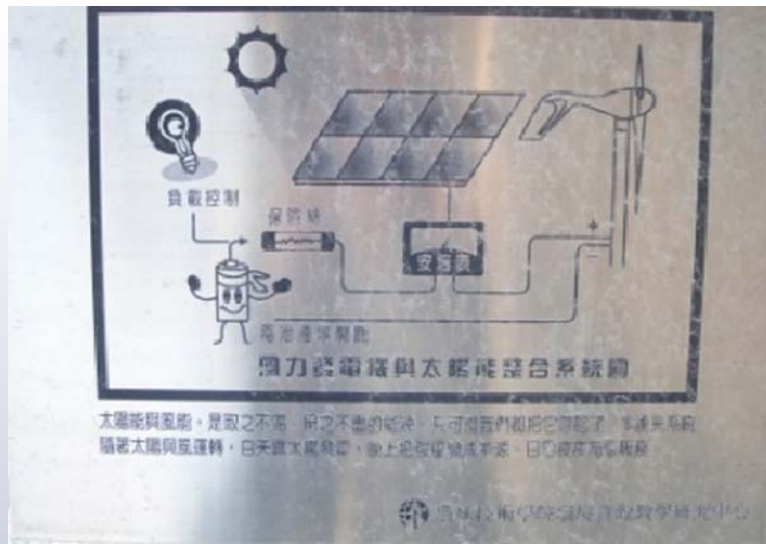
可執行的方案有哪些
分配工作

反思與分享

很多東西都是可以加以利用，不僅環保還省錢。
大家應該多加利用身邊的事物！



學習活動記錄



←風力、太陽能系統整合圖



←學校的太陽能發電



←執行環保方案(環保袋)



步驟一 裁減布的大小



步驟二 套入椅子腳上



步驟三 綁上橡皮筋



大公告成

課堂筆記

第一章、生命科學的意義

病毒	<	細菌
10~數百 nm		10~數百 um
簡單		複雜
較小		較大
無新陳代謝		有新陳代謝
利用宿主細胞繁殖		細胞分裂

塵蟎 $0.101\text{mm} = 10\text{um} \rightarrow 10$ 的負 6 次方

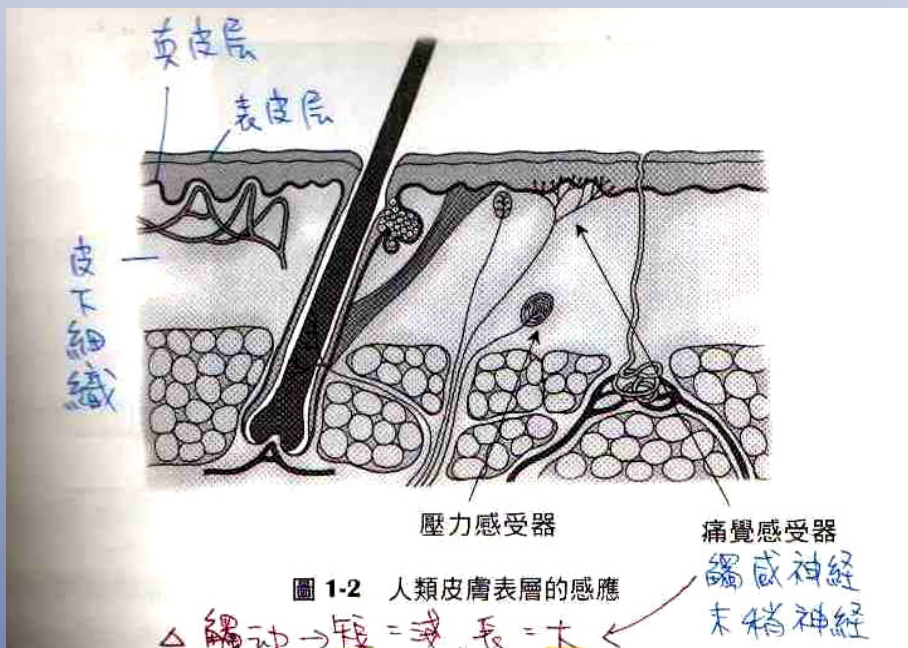
micro = 微

um = 微米

U = 10 的負 8 次方

M = 公尺

奈米 10 的負 9 次方 m (nanometer)



牛奶壞掉後會跑出：

NH₃ 氨 (臭味)

H₂S 硫(臭味)化氫

MSDS：Material Safety Data Sheet (物質安全資料表)

牛奶 (發酵 $\rightarrow$ 乳酸)

乳蛋白(胺基酸→ 吸水)

乳脂肪(光澤 、 油潤)

乳糖

鈣、鎂、磷

*高溫殺菌→低溫殺菌

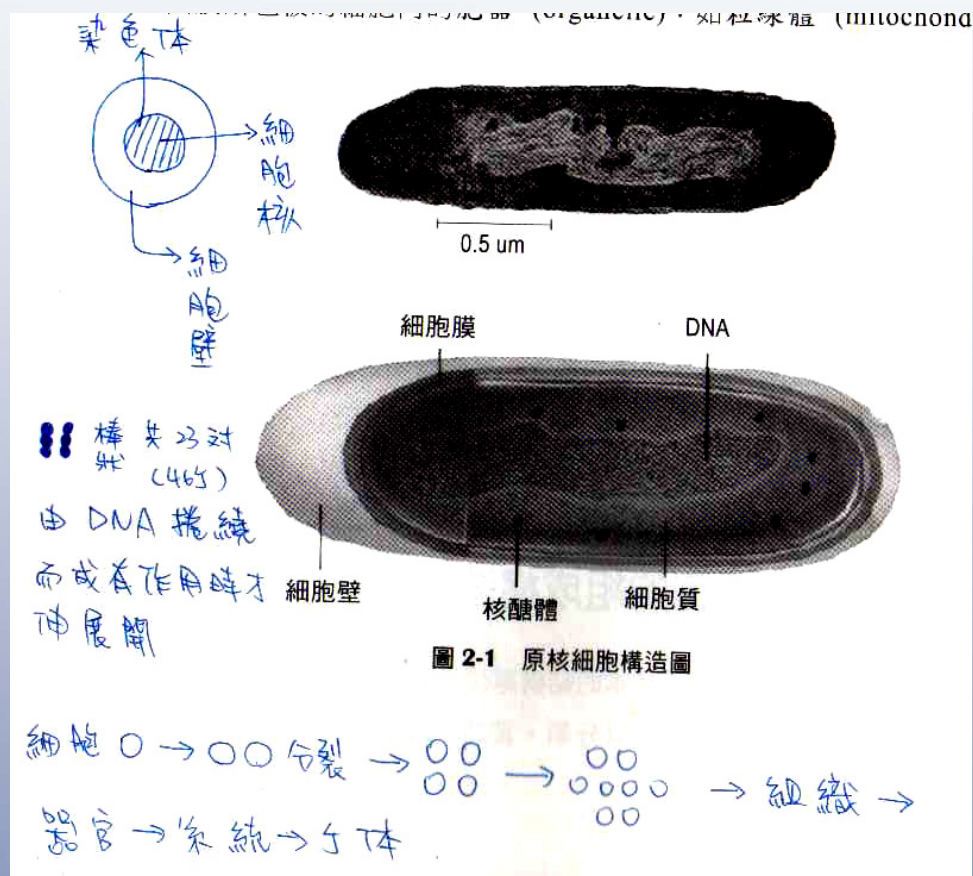
三聚氰(含氮)

碳、'氫、氧、氮→ 構成胺基酸

微量元素 (免疫系統)

頭髮有 18 種胺基酸(人體含有 20 種胺基酸)

第二章、 生命的基本組成與生命的秘密 — DNA



棒狀：由 DNA 捲繞而成有作用時才伸展開

(23 對染色體 最後一對決定性別)

聚合酶：胺基酸→ 蛋白質→ DNA→ 細胞

Cx：碳鏈長度

C1-C2-C30

氣→液→固態



第四章、生物與環境生態系

以及各種礦物質營養物質。生命系統包括植物、動物與微生物。按營養方式的不同，這些生物可分為自營生物、異營生物兩大類。

生態系統的四個基本成分，除了非生物環境外其他三者是生物成分，按其功能作用的進一步劃分。

1. 非生物環境 (Abiotic Environment)

包括氣候因子，如日照、熱量、水分、空氣等；無機物質，C、H、O₂、N₂ 及礦物質鹽分等；有機物質，如碳水化合物、蛋白質、脂類及腐植質等。

1. 好氧性
2. 厭氧性
3. 兼氧

2. 生產者 (Producers) 綠黑能雜食性

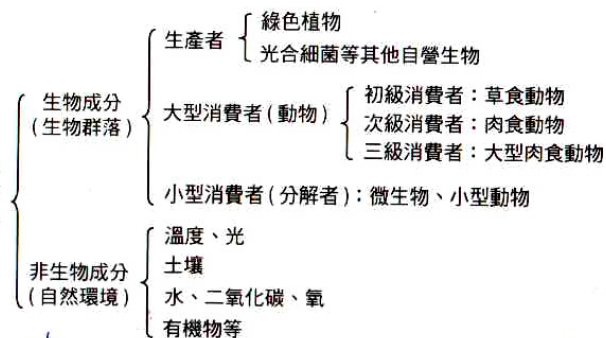
是生物成分中可利用太陽能等能源，將簡單無機物合成為複雜機物的自營生物，如陸生的各種植物、水生的高等植物與藻類尚包括一些光合細菌與化能細菌。生產者是生態系的必要成分其將光能轉化為化學能，是生態系統所需一切能量的基礎。

細菌 + 有機物

有氮
分解

CO₂ + H₂O

+ 小分子合成物
生態系



細菌 + 有機物 無氮
分解

圖 4-1 生態系的組成成分與結構

H₂S + CH₄ + NH₃ + 小分子分解物
硫化氫 甲烷 氨

3. 消費者 (Consumers)

是靠自營生物或其他生物為食而獲得生存能量的異營生物，主要是各類動物。消費者包括草食動物 (herbivores)，又稱初級消費者 (primary consumers)。肉食動物 (carnivores)，又可統稱為次級消費者 (secondary consumers)。肉食動物之間又是弱肉強食，由此可進一步分為三級消費者、四級消費者，這些消費者通常是生物群落中體型較大、性情凶猛的種類，如虎、獅、豹及鯊魚等。但是，生態系中以食肉動物為食的三級或四級消費者數量並不多。消費者中最常見的是雜食性消費者 (omnivory consumers)，如池塘中的鯉魚、大型獸類中的熊等。其食性複雜，食物成分季節性變化大，在生態系中正是因雜食性消費者的此種營養特點構成了極其複雜的營養網絡關係。

生態系中還有兩類特殊消費者，一類是腐食消費者 (saprophagous consumers)，牠們是以動植物屍體為食，如白蟻、蚯蚓、禿鷹等；另一類是寄生生物 (parasites)，牠們寄生於生活著的動植物體表或體內，靠吸收寄主養分為生，如蚜蟲、線蟲、菟絲子及菌類等。

4. 分解者 (Decomposers)

又稱還原者，此類生物亦屬異營生物，包括細菌、真菌、放線菌及原生動物。牠們在生態系中的重要功能是將複雜的有機物分解為簡單的無機物，歸還至環境中供生產者重新利用。

生態系的四項基本成分，在能量獲得與物質循環中各以其特有的作用相互影響，互為依存，經由複雜的營養關係而緊密結合為一個統一整體，共同組成生態系統此一功能單元，生物及非生物環境對於生態系統

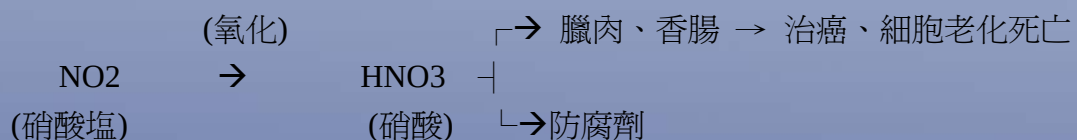
1. 好氧性：要在有 O_2 地方生存，細菌 + 有機物 $\xrightarrow{\text{有氧}} CO_2 + H_2O + \text{分解}$
2. 厭氧性：細菌 + 有機物 $\xrightarrow{\text{無氧}} H_2S + CH_4 + NH_3 + \text{分解}$
3. 兼氧性：+ 線粒體

可分解性：有機物質 $\rightarrow$ 聚乳酸(可分解性塑膠)

不可分解性：甲殼素(手術縫線、人造皮膚、減肥)

溫室效應 $\rightarrow$ 全球性污染

家庭污染戰第二名



$SO_2 \rightarrow$ 漂白 $\rightarrow$ 竹筷

鎘 - Itai-Itai Disease 痛痛病

鉛 - 神經中樞破壞、不孕、智商下降

銅 - 藍汗症

砷 - 烏腳病

硝酸塩 - 藍嬰症

水銀 - 水俣病

ppm = 1mg/L = 1×10^{-6} 的負 6 次方(百萬分之一)

lppb = 0.001ppm = 1×10^{-9} 的負 9 次方(十億分之一)

第五章、全球與台灣環境

度 K = 攝氏溫度(度 C) + 273

遇熱



CFC 氟氯碳化合物 → 冷煤噴霧罐

UV-A : 380-320nm 照射久-皮膚紅腫發炎 (經常照射)

UV-B : 320-280nm 照射久-激發黑色素

UV-C : 280-220nm 照射久-治癌、破壞人體細胞

冰山溶化-海平面上升-氣象變化

表 5-3 各種溶液的酸鹼度與酸雨比較

1	酸性電解液
2	檸檬汁
3	醋
4-5	酸雨
5-6.5	正常雨水
7	蒸餾水
8	海水
8.5-9	蘇打水

胃酸的 pH 值在 2.5-3.5
數字越小越酸
廠的 pH 值在 5.5
 $H^+ < OH^-$ 酸
 $H^+ 2.5 - 3.5$ 胃酸
膚 → 5.5 pH

通常以 pH 值 (酸鹼值) 之差異表示物質之酸鹼性質, 在化學上定義水之 pH 值等於 7 為中性, 小於 7 則是酸性。大氣層中原本即含有二氧化碳, 二氧化碳在常溫時溶解於雨水中, 使得雨水之酸鹼值約為 5.6, 因此大自然的雨水是酸的。

第六章、環境破壞的可怕

河川的自淨作用

一、物理作用

- A.沉澱
- B.日光殺菌 (殺菌、光合作用)
- C.曝氣 (水中溶量提高)

二、化學作用

- A.氧化分解
- B.混凝

三、生物作用

- A.好氧性分解
- B.厭氧性分解

淹水 -

1. 海平面上升、沿海地區海水倒灌
2. 超抽地下水

*汽機車是一氧化碳最大污染源

*一氧化碳：燃燒不完全產生

*戴奧辛類：850 度才能分解



學習自我評估表

請針對課程以下各項自我評估指標依達成之目標給予不同之評分。

學習特質或技巧	5 很好	4 好	3 普通	2 還可以	1 待改進
1.我會將生活相關或創新的意念，與所討論的案例相結合。			✓		
2.我會透過不同管道收集資料。(圖書館、上網、實地訪察或其他)	✓				
3.我想出一些學習的問題。			✓		
4.我透過問題來幫助思考，不會只將資料複製，而是經過理解再用自己的文字表達出來。		✓			
5.我提供了新的資訊。				✓	
6.當面臨問題時，我會不斷找尋答案，直到解決問題為止。		✓			
7.我能客觀與組員共同討論，並耐心聆聽其他同學的意見。			✓		
8.我能主動參與及盡力完成所分配的工作。		✓			
9.我會學習其他組員的長處(優點)。			✓		
10.我幫助我的小組順利完成各項報告或計畫工作。		✓			

對於課程之建議：

實作的課程比較有趣，上課險的有點枯燥乏味！

課程回饋與分享：

環保真的很重要，這個課程讓我同學了解生活週遭很多東西都是可以加以利用的，保護地球是大家的責任，從平常的小事做環保日積月累，其實多少都可以減少地球的壓力！



第八組-重金屬污染

一．什麼是重金屬污染？

所謂重金屬是指一群密度超過每立方公分五克的元素，目前已知大約有四十種左右。在英國本土已發現有二十萬處受重金屬污染的場址，而美國政府更估計需要花費七十一億美金，才可能清除國內所有受重金屬污染的土地。

二．重金屬對環境有什麼影響？

※優缺點比較：

1. 益處

雖然重金屬對人體健康、農漁業及環境生態造成許多負面影響，許多重金屬（如銅、鋅、鐵、錳、鎳及鈷等）在植物生長及發育過程中卻扮演了相當重要的角色，因此這一類的重金屬元素被歸類為「必須金屬元素」。

以鋅為例，它在多種酵素中扮演輔助因子，可以影響酵素活性的高低，在缺乏鋅的培養環境中會造成植物黃化等病徵。而銅在植物體內所扮演的角色，除了是酵素輔助因子外，也是呼吸及光合作用中電子傳遞蛋白質的輔助元素。



2. 壞處

銀及鉛等離子。一旦植物吸收過量的非必須重金屬，便會造成毒害，高濃度的銅可以在短時間內造成植物根部細胞死亡，其原因主要是高濃度重金屬會刺激細胞，產生活化氧族及自由基，使得細胞處於氧化逆境，進而抑制植物的生長。

2-1 生物放大作用

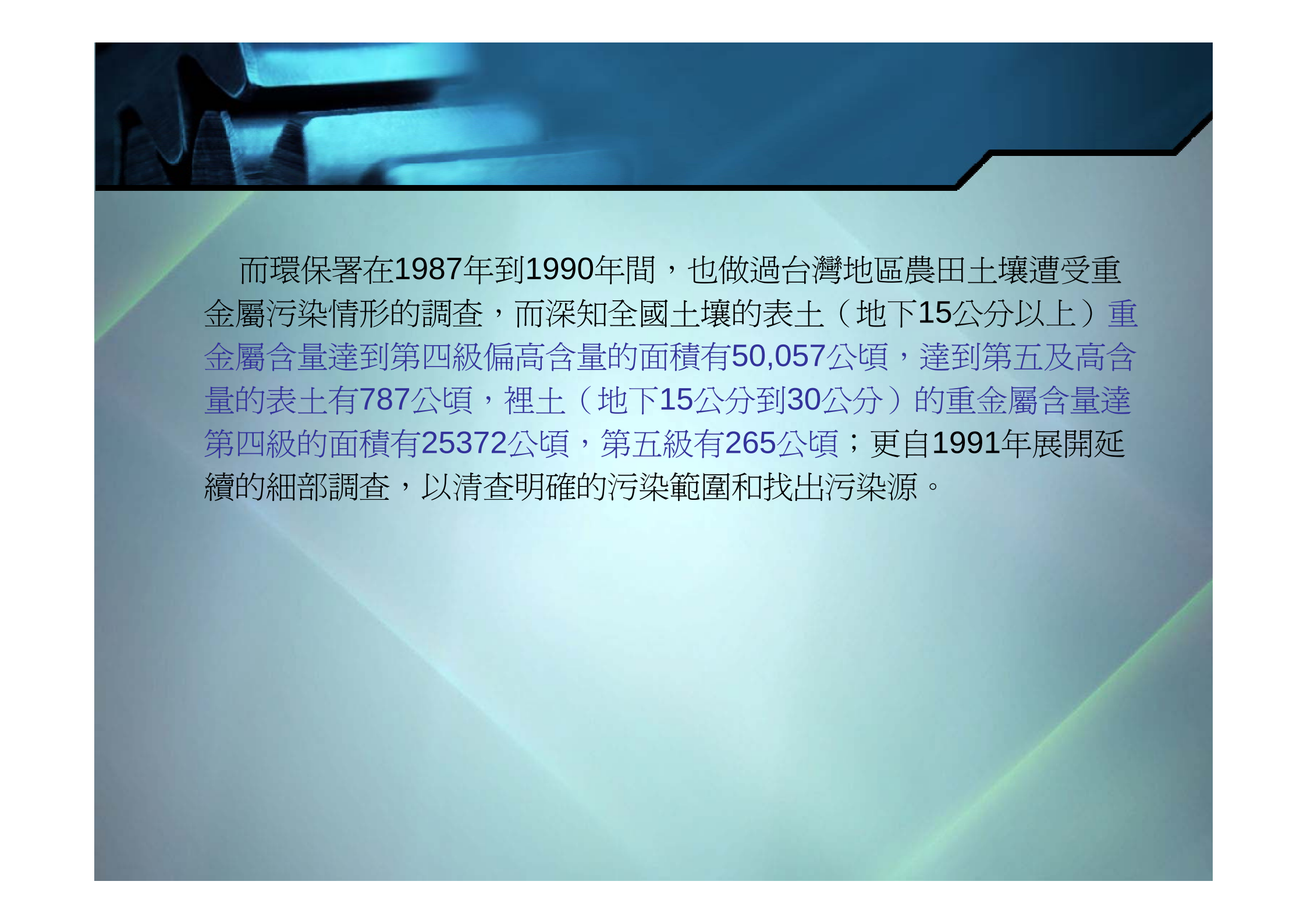
重金屬可能以直接或間接的方式進入食物鏈，使得人類和其他生物吸收、累積而造成毒害，這就是所謂的生物放大作用。



3.重金屬之危害

我國重金屬污染，早自**1971**年出口美國的瓷盤被驗出含鎘而遭退運起，就一直是媒體舞台的常客。

早在**1983**年政府就針對汞、鎘、鉛、鉻、鋅、砷、鎳、銅等**8**種重金屬的工業廢水造成的污染情況，進行了前後為期**5**年的調查，結論有**420**家使用重金屬的工廠，大多數廢水造成污染。**1988**年**2**月份發布的一項調查顯示，我國食米中，有**11.1%**的鎘含量超過標準，有**30%**的汞含量超過標準。



而環保署在1987年到1990年間，也做過台灣地區農田土壤遭受重金屬污染情形的調查，而深知全國土壤的表土（地下15公分以上）重金屬含量達到第四級偏高含量的面積有50,057公頃，達到第五及高含量的表土有787公頃，裡土（地下15公分到30公分）的重金屬含量達第四級的面積有25372公頃，第五級有265公頃；更自1991年展開延續的細部調查，以清查明確的污染範圍和找出污染源。

※補充-什麼是八大重金屬？

八大重金屬是指：銻、砷、鋇、鎘、鉻、鉛、汞、硒八種重金屬，因為對於環境及人體有重大而明顯之危害，在各類型產品包含電子、塑膠、塗料、玩具、化學、.....輸出時常被要求檢測不得含有或超出標準，八大重金屬對人體的危害性。

三・生活中的重金屬污染案例

以臺灣地區土壤受重金屬污染的歷史背景而言，最著名的是桃園縣觀音鄉大潭村及蘆竹鄉中福村的鎘米污染事件，這兩個案例都是化學工廠不當排放含鉛及鎘的廢水，造成下游約一百一十公頃的農田受污染。農田土壤一旦遭受重金屬污染，會嚴重危害作物的生長，如生長在含有鎘污染土壤中的水稻秧苗，其生長明顯受到抑制；除此之外，還會使稻米累積過量重金屬，危害人體健康。因此政府不得不採取強制休耕，以進行土壤復育。

臺灣南部各主要河川受重金屬污染的情形都相當嚴重，這些河川流域的土壤也無法倖免。以二仁溪為例，不論其下游或支流，河水本身及底泥都有嚴重的重金屬污染，其中又以銅、鋅、鉛、鎳及鎘為主要污染源。由二仁溪下游灣裡地區的土壤中所萃取出的銅、鋅及鉛的含量，比外圍未污染地區的土壤高出 20 ~ 40 倍。

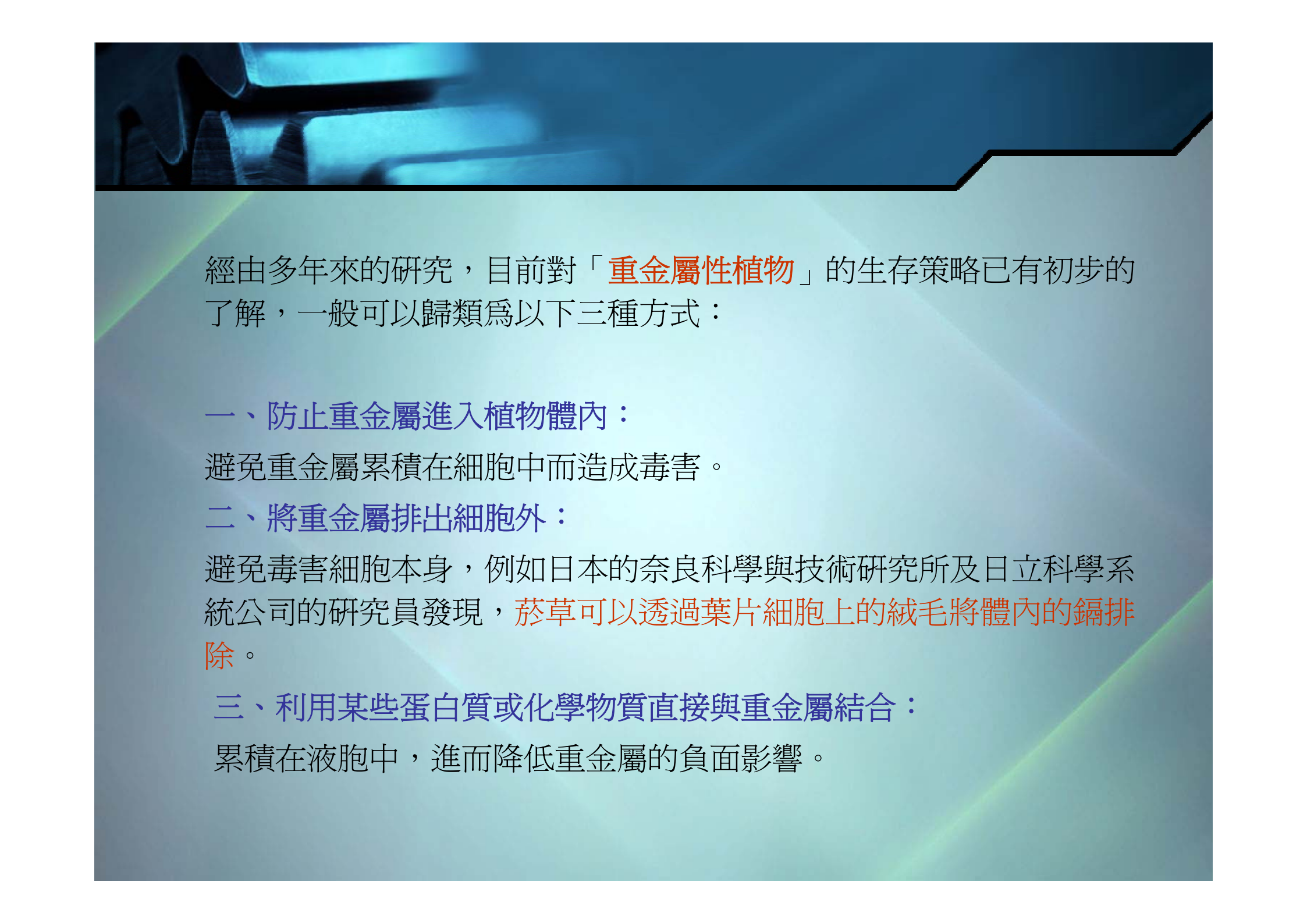


根據環保署在民國八十九年的監測資料顯示，二仁溪出海口的水質持續遭受二仁溪河水的嚴重污染，在重金屬污染方面，銅、鋅及汞的含量都偏高。例如民國七十五至七十六年間，高雄縣茄萣鄉沿海的養殖業即發生綠牡蠣死亡事件，由調查報告得知，該事件主要肇因於海水遭受重金屬污染，污染源則是來自二仁溪沿岸工廠所排放的廢水與臺南市灣裡地區的廢五金酸洗廢水，廢五金裡的銅溶解在河水中後，順流而下，經出海口的養殖牡蠣吸收後，使其外表呈現綠色且大量死亡。

四・重金屬污染的植物多樣性

雖然遭受重金屬污染的土地會嚴重影響植物的生長與生存，幸而自然界中植物種類相當繁多歧異，並非在重金屬污染的土地上全然沒有植物生長。

早在一八六五年時，就有學者在德國及比利時發現一種十字花科的植物 *Thlaspi caerulescens*，這種植物可以適應含鋅量相當高的土地，對這種植物進行灰分分析時，發現鋅的含量占總乾重的17%。到了一九四八年時，有學者在義大利發現另一種可以蓄積大量鎳（約10,000 微克／克乾重）的十字花科植物 *Alyssum bertolonii*。這些可以生長在富含重金屬地區的植物，已經演化出抵抗重金屬的能力，這一類的植物被通稱為「重金屬性植物（*metallophytes*）」。學者在研究「重金屬性植物」時發現一個有趣的現象，不同種類的植物，個別對特定重金屬具抵抗性及累積性。



經由多年來的研究，目前對「**重金屬性植物**」的生存策略已有初步的了解，一般可以歸類為以下三種方式：

一、防止重金屬進入植物體內：

避免重金屬累積在細胞中而造成毒害。

二、將重金屬排出細胞外：

避免毒害細胞本身，例如日本的奈良科學與技術研究所及日立科學系統公司的研究員發現，**菸草可以透過葉片細胞上的絨毛將體內的鎘排除**。

三、利用某些蛋白質或化學物質直接與重金屬結合：

累積在液胞中，進而降低重金屬的負面影響。



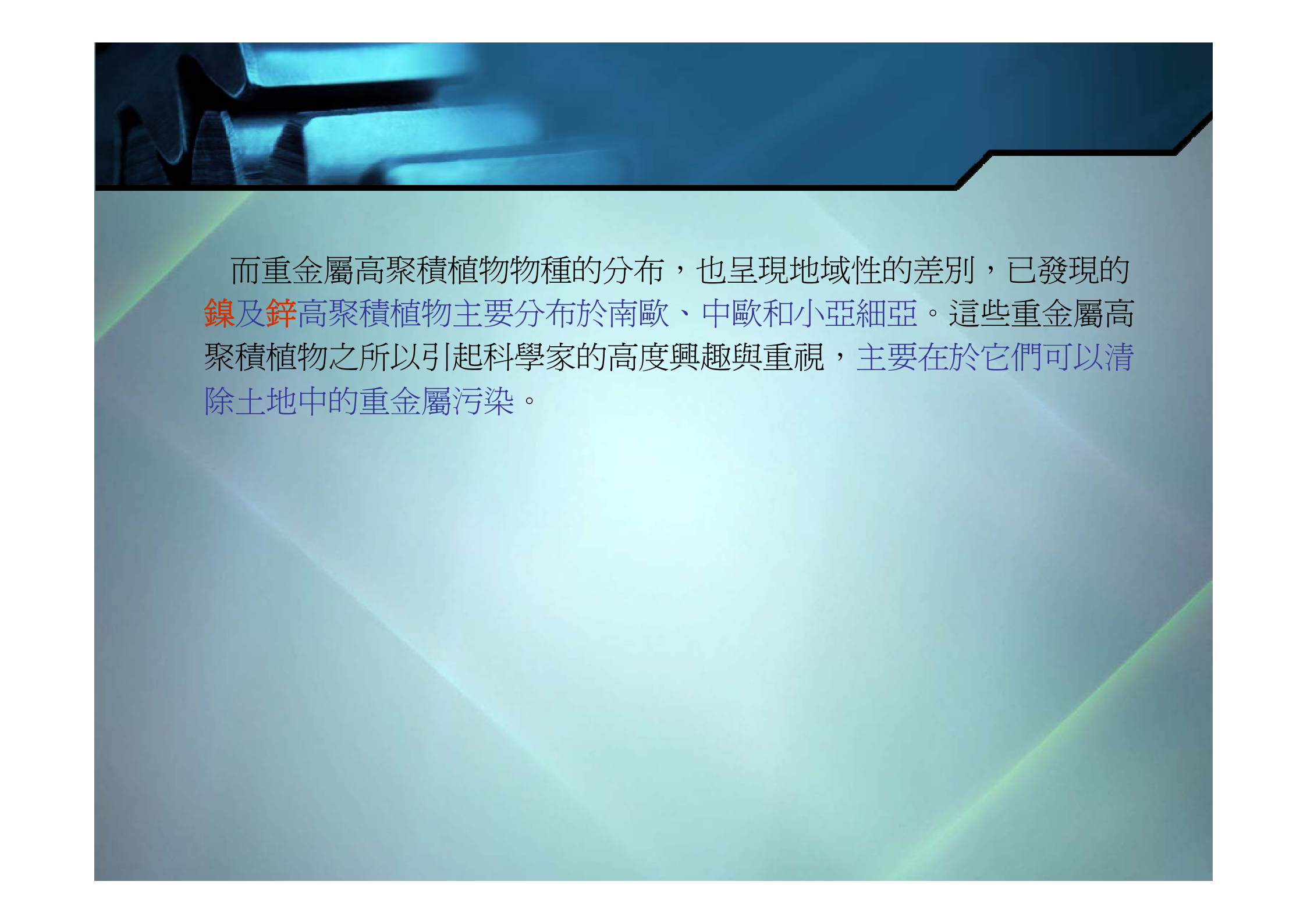
能夠吸附重金屬的物質相當多，包含檸檬酸與蘋果酸等有機酸、胺基酸、植物螯合素及金屬含硫蛋白。植物螯合素和金屬含硫蛋白是一群可與重金屬結合的蛋白質，當植物體遭受重金屬刺激時便會大量合成。這種受重金屬誘發的金屬含硫蛋白，也證實存在於動物及真菌中，而且同樣在抗重金屬逆境上扮演重要角色。甚至有研究人員把植物中合成此蛋白質的基因轉殖到動物細胞內，發現同樣能提高動物細胞抗重金屬的能力。

根據貝克與布魯克的定義，能在體內聚積一定濃度以上的重金屬，且沒有明顯毒性症狀產生的植物，可稱為「重金屬高聚積植物」。以鎘而言，植物體內累積的量超過乾重的 0.01% 即可稱之，銅、鎳、鈷及鉛必須大於 0.1%，而鋅及錳則需超過 1%。

重金屬高聚積植物主要可區分爲三大類群

銅／鈷聚積植物、鉛／鋅／鎘聚積植物及鎳聚積植物。目前已有許多重金屬高聚積植物相繼發現，其中熱帶地區的重金屬高聚積植物大多屬於大戟科，而溫帶地區則是十字花科。許多十字花科的植物可聚積超過 1% 的鎳，有些則可聚積超過 1% 的鉛及 3% 的鋅，而部分水耕栽培的阿拉伯芥屬植物，地上部鋅的濃度可達 32,000 微克／克乾重，甚至有植物的膠乳中可累積高達 11% 乾重的鎳。

目前加拿大已建立重金屬高聚積植物的資料庫，收集數百種具有清除重金屬潛力的植物，其中有一部分是生活中常見的作物，如向日葵、包心菜、芥菜及天竺葵等。大部分已知的重金屬高聚積植物，是在重金屬高含量區發現的，且只分布於這些區域，這顯示植物聚積重金屬的能力，可能是處於環境壓力下所產生的生態生理適應現象。

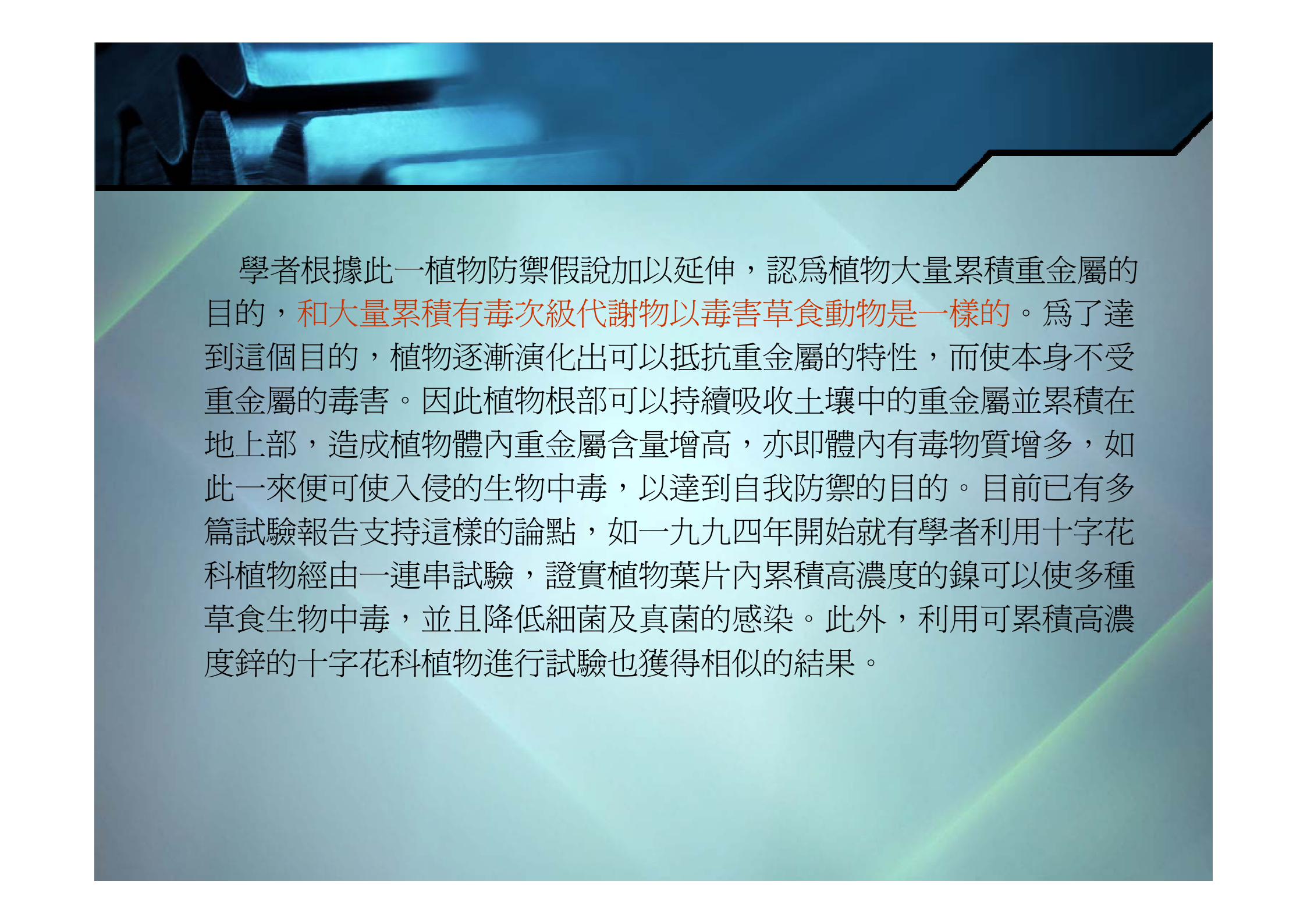


而重金屬高聚積植物物種的分布，也呈現地域性的差別，已發現的
鎳及**鋅**高聚積植物主要分布於南歐、中歐和小亞細亞。這些重金屬高
聚積植物之所以引起科學家的高度興趣與重視，主要在於它們可以清
除土地中的重金屬污染。

何以有些植物卻能演化成可以累積大量重金屬呢？

絕大部分植物無法生長於含大量重金屬的土地上，這是一個值得生物學家重視的問題。有許多學者已經提出假說來解釋此種現象，其中最**吸引人注意的是植物防禦假說**。大家都知道蝸牛和毛毛蟲等草食性動物會啃食植物葉片，然而植物卻無法閃避，或利用肢體運動將牠們驅離，所以只好藉由武裝自己，使體內含有劇毒，以驅趕或毒害入侵者來進行自我防禦。

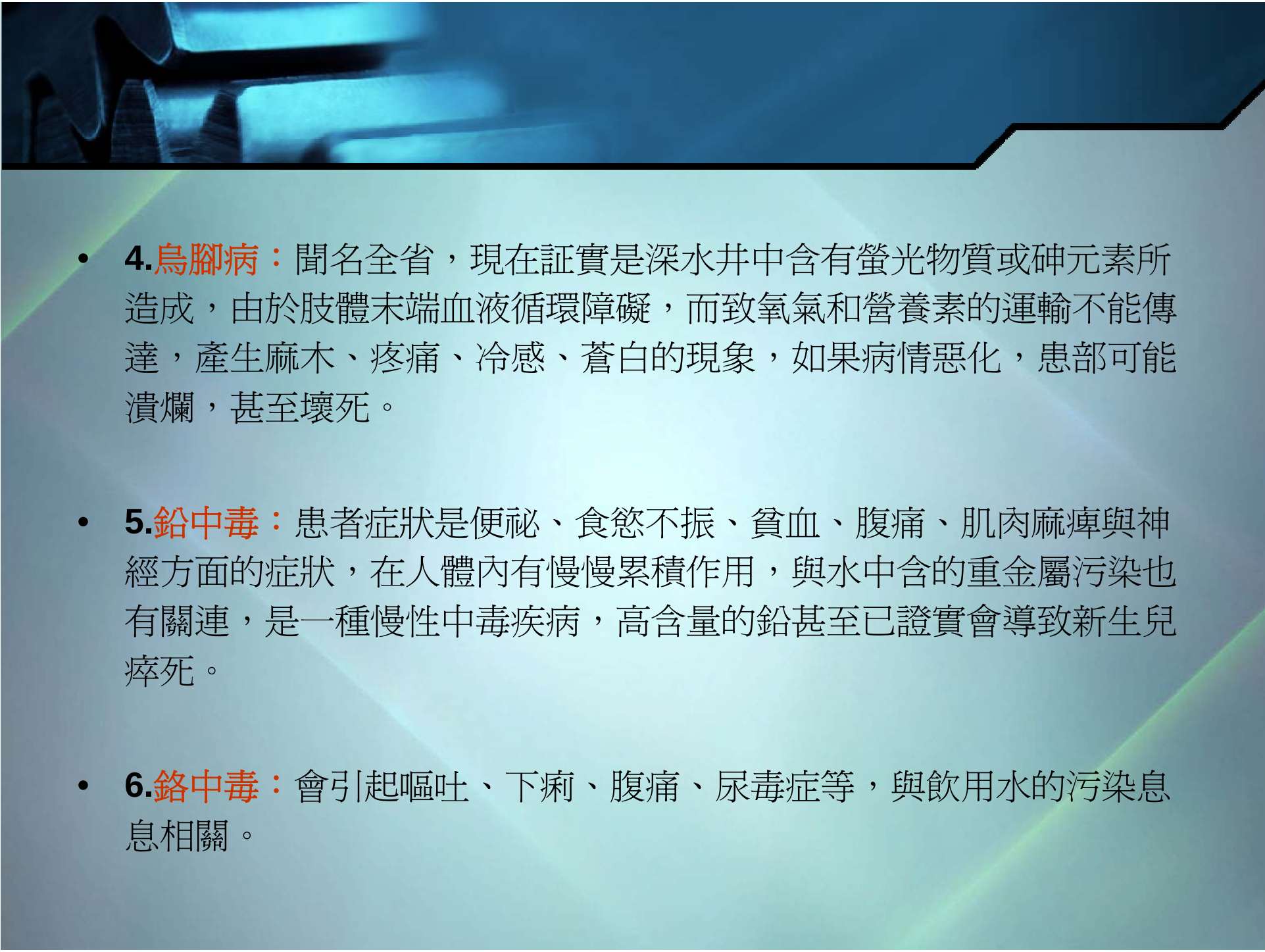
一般而言，植物是藉由體內合成的次級代謝物質來做為化學防禦武器，在澳洲即發現部分植物可以濃縮自己組織內的氟，進而產生次級代謝產物氟乙酸，氟乙酸的毒性極強，進入動物體內，會與輔酶A形成氟乙酸輔酶A，繼而形成氟檸檬酸，使檸檬酸循環中斷，影響氧化磷酸化過程，造成神經系統和心肌損害。



學者根據此一植物防禦假說加以延伸，認為植物大量累積重金屬的目的，和大量累積有毒次級代謝物以毒害草食動物是一樣的。爲了達到這個目的，植物逐漸演化出可以抵抗重金屬的特性，而使本身不受重金屬的毒害。因此植物根部可以持續吸收土壤中的重金屬並累積在地上部，造成植物體內重金屬含量增高，亦即體內有毒物質增多，如此一來便可使入侵的生物中毒，以達到自我防禦的目的。目前已有多篇試驗報告支持這樣的論點，如一九九四年開始就有學者利用十字花科植物經由一連串試驗，證實植物葉片內累積高濃度的鎳可以使多種草食生物中毒，並且降低細菌及真菌的感染。此外，利用可累積高濃度鋅的十字花科植物進行試驗也獲得相似的結果。

五・重金屬污染引起的疾病

- **1.結石**：為什麼人體的膽、腎、膀胱會結石，因為肝臟功能是把各種養份分解、合成變成身體所必須要的養份，再由血液輸送到心臟；腎臟則是過濾血液的過濾網，從身體各部回來的血液，混合著許多廢物，經過腎臟的過濾後，廢物和水一起過濾下來，由反道送到膀胱排出体外，結石就是因水中含有雜質，在人體沈澱而造成的。
- **2.水喉症**：是由於汞污染所造成的疾病，其嚴重者會破壞腎臟及中樞神經系統，而變成癡呆，與水質含有重金屬也有關係。
- **3.痛痛病**：是由鎘所造成的病症，亦是電鍍、化工、金屬工業廢水污染所造成，患者全身關節無故疼痛，在日本首先發現此症狀，經過十三年才証實禍首是鎘，也與水污染有關，是一種慢性疾病。

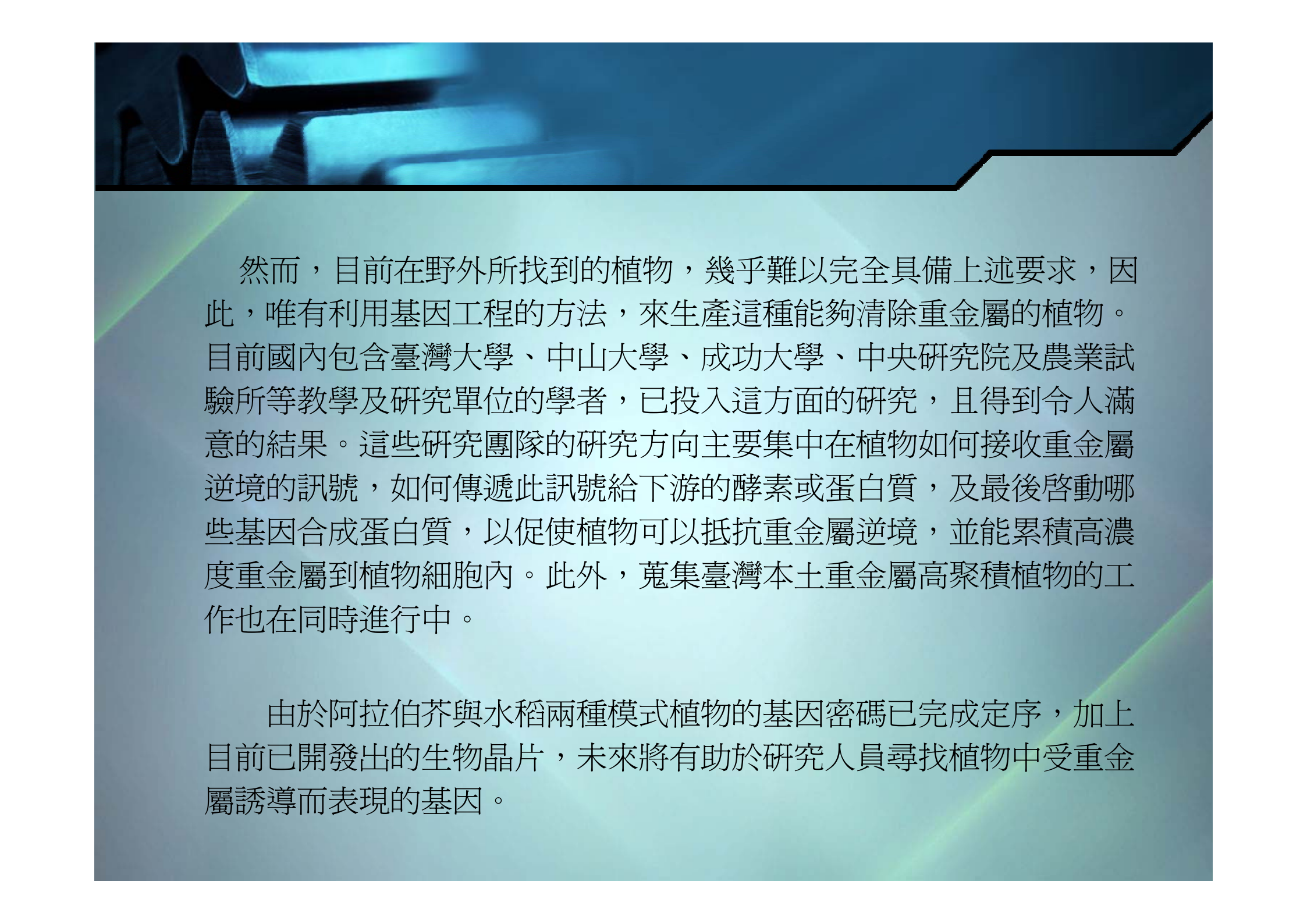
- 
- **4.烏腳病**：聞名全省，現在証實是深水井中含有螢光物質或砷元素所造成，由於肢體末端血液循環障礙，而致氧氣和營養素的運輸不能傳達，產生麻木、疼痛、冷感、蒼白的現象，如果病情惡化，患部可能潰爛，甚至壞死。
 - **5.鉛中毒**：患者症狀是便秘、食慾不振、貧血、腹痛、肌肉麻痺與神經方面的症狀，在人體內有慢慢累積作用，與水中含的重金屬污染也有關連，是一種慢性中毒疾病，高含量的鉛甚至已證實會導致新生兒猝死。
 - **6.鉻中毒**：會引起嘔吐、下痢、腹痛、尿毒症等，與飲用水的污染息息相關。

- 
- **7.各種重金屬元素**都會蓄積體內，造成皮膚加速老化、發痒、起疹等病變。
 - **8.以水為媒體傳染的疾病：**包括有肝炎、霍亂、痢疾、脊髓灰白質炎(小兒麻痺)……等等，其它在飲水中各種揮發性化學有機致癌物質，目前經証實至少有二、三十種，都可藉著水為媒體。污染的水質直、間接危害到人體健康。

六· 生物科技在植生復育上的應用

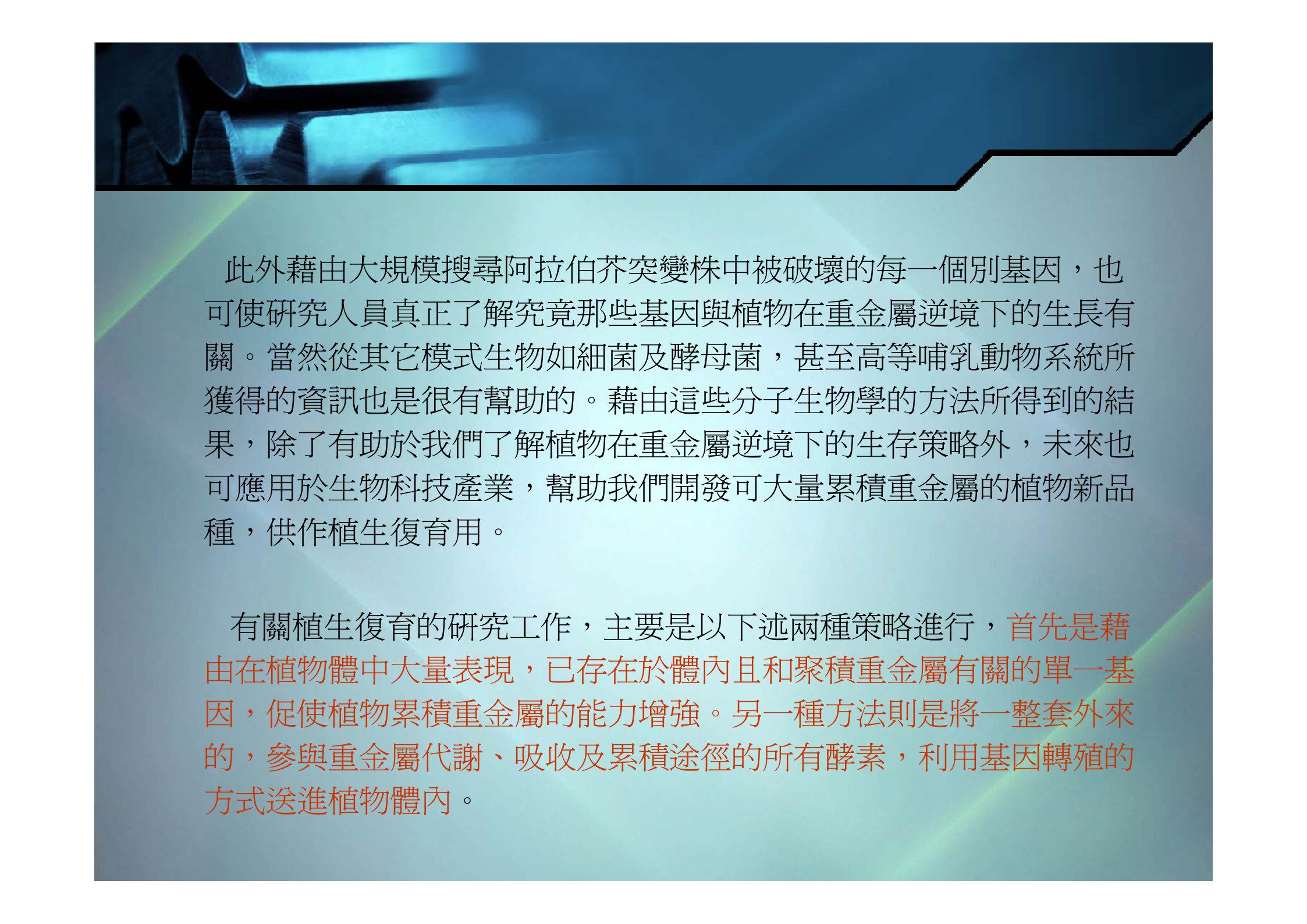
植生復育的定義是，**直接利用植物把受污染土地或地下水中的污染物（重金屬、有機物.....等）移除、分解或圍堵**。目前普遍認為利用植生復育的方法，來清除受重金屬污染的土地，是一種較**便宜且方便的作法**，甚至有科學家指出，可利用植物的這種特性開採土壤中的金屬礦物。

美國紐澤西州即成功地利用植生復育的方法，把一處因製造電池而導致鉛污染的土地復育成功。透過了解植物在重金屬環境下的生存策略，有助於人類利用生物科技製造出可以大量吸收重金屬的植物。**基本上可以有效清除重金屬污染的植物，最好須有下列特徵：生長快速、根系能深植土壤、容易收割、能夠容忍並累積多樣化重金屬。**



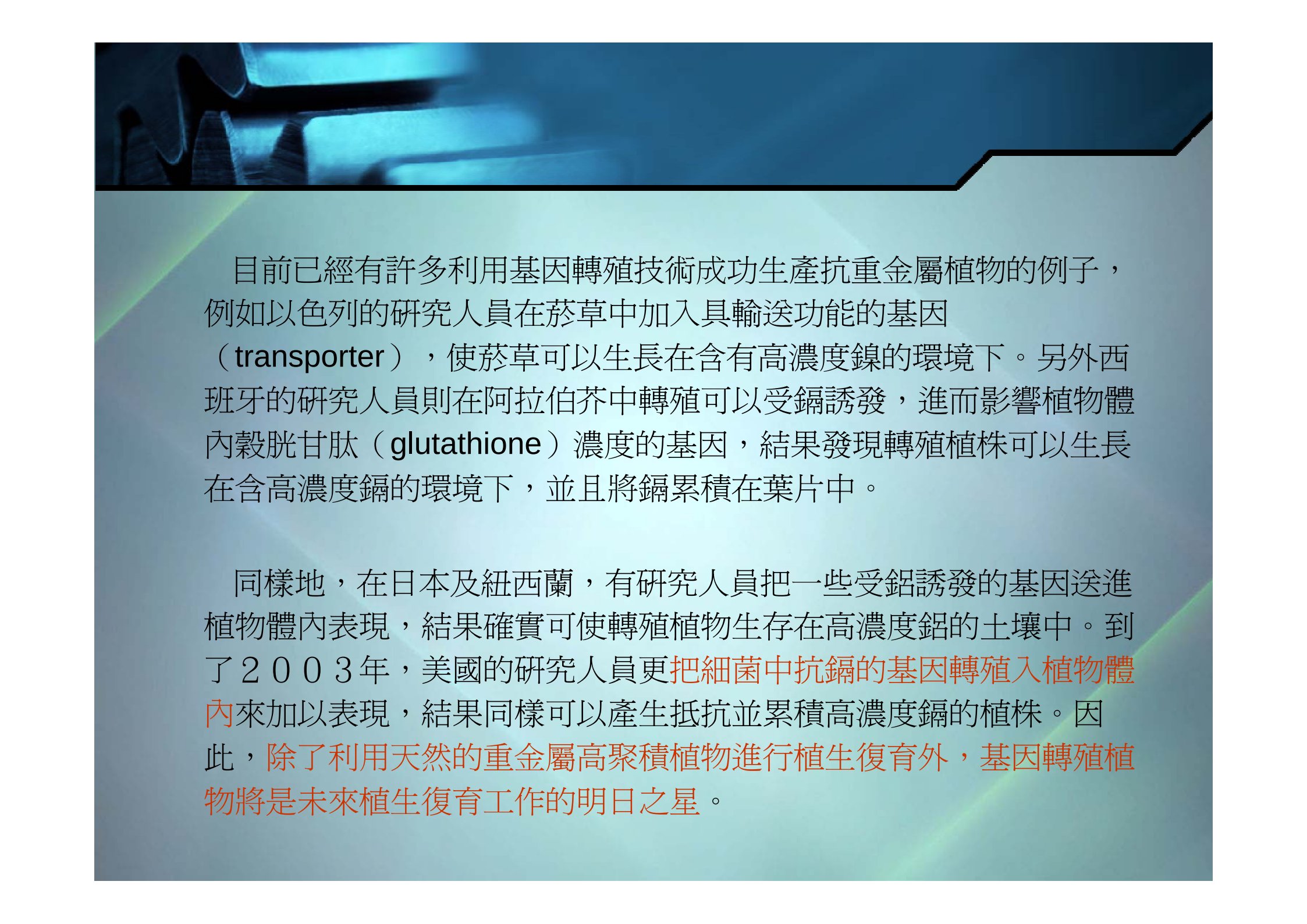
然而，目前在野外所找到的植物，幾乎難以完全具備上述要求，因此，唯有利用基因工程的方法，來生產這種能夠清除重金屬的植物。目前國內包含臺灣大學、中山大學、成功大學、中央研究院及農業試驗所等教學及研究單位的學者，已投入這方面的研究，且得到令人滿意的結果。這些研究團隊的研究方向主要集中在植物如何接收重金屬逆境的訊號，如何傳遞此訊號給下游的酵素或蛋白質，及最後啟動哪些基因合成蛋白質，以促使植物可以抵抗重金屬逆境，並能累積高濃度重金屬到植物細胞內。此外，蒐集臺灣本土重金屬高聚積植物的工作也在同時進行中。

由於阿拉伯芥與水稻兩種模式植物的基因密碼已完成定序，加上目前已開發出的生物晶片，未來將有助於研究人員尋找植物中受重金屬誘導而表現的基因。



此外藉由大規模搜尋阿拉伯芥突變株中被破壞的每一個別基因，也可使研究人員真正了解究竟那些基因與植物在重金屬逆境下的生長有關。當然從其它模式生物如細菌及酵母菌，甚至高等哺乳動物系統所獲得的資訊也是很有幫助的。藉由這些分子生物學的方法所得到的結果，除了有助於我們了解植物在重金屬逆境下的生存策略外，未來也可應用於生物科技產業，幫助我們開發可大量累積重金屬的植物新品種，供作植生復育用。

有關植生復育的研究工作，主要是以下述兩種策略進行，首先是藉由在植物體中大量表現，已存在於體內且和聚積重金屬有關的單一基因，促使植物累積重金屬的能力增強。另一種方法則是將一整套外來的，參與重金屬代謝、吸收及累積途徑的所有酵素，利用基因轉殖的方式送進植物體內。



目前已經有許多利用基因轉殖技術成功生產抗重金屬植物的例子，例如以色列的研究人員在菸草中加入具輸送功能的基因（**transporter**），使菸草可以生長在含有高濃度鎳的環境下。另外西班牙的研究人員則在阿拉伯芥中轉殖可以受鎘誘發，進而影響植物體內穀胱甘肽（**glutathione**）濃度的基因，結果發現轉殖植株可以生長在含高濃度鎘的環境下，並且將鎘累積在葉片中。

同樣地，在日本及紐西蘭，有研究人員把一些受鋁誘發的基因送進植物體內表現，結果確實可使轉殖植物生存在高濃度鋁的土壤中。到了2003年，美國的研究人員更把細菌中抗鎘的基因轉殖入植物體內來加以表現，結果同樣可以產生抵抗並累積高濃度鎘的植株。因此，除了利用天然的重金屬高聚積植物進行植生復育外，基因轉殖植物將是未來植生復育工作的明日之星。

七・總結

目前世界上大多數的工業國家都面臨嚴重的重金屬污染問題，因此開發有效的植生復育法，清除環境中的過量重金屬已是刻不容緩的事情。在本文中我們看到部分平時極不起眼的植物竟然可以生長在重金屬污染的土地上，且扮演超級清道夫的角色，讓我們體會到當環境面臨巨大轉變，即環境逆境來臨時，唯有透過生物多樣性的維護，才能確保生物生生不息及地球的永續發展。另一方面藉由生物科技的興起，科學家將能利用基因轉殖的方式，在植物中導入和重金屬耐受性與聚積性有關的基因，創造出可抵抗且累積多種重金屬的轉殖植物，供作植生復育用，以解決目前工業國家中嚴重的重金屬污染問題。當然，未來實際應用這些轉殖植物，來淨化遭重金屬污染土地的同時，仍需謹慎評估基因改良植物對生態環境的衝擊。