

土壤液化及其防治的認識(國小補充教材)

一、現行國民中小學九年一貫自然與生活科技學習領域課程 綱要國小五至六年級中與土壤液化有關的內容：

(一) 分段能力指標：(斜體字為與土壤液化及其對房屋的影響相關的能力指標)

2. 科學與技術認知

認識環境

第三階段(國小五至六年級)

2-3-4-4 知道生活環境中的大氣、大地與水，及它們彼此間的交互作用。

認識常見的科技

第三階段(國小五至六年級)

2-3-6-2 認識房屋的結構與材料。

(二) 教材內容細目：(標為紅色字為與土壤液化及其對房屋的影響相關教材內容細目)

次主題 423 居住

4a. 察覺住屋環境(通風、陽光、衛生、地基安全等)。

4b. 瞭解住屋的結構(例如樑柱、樓板、牆、門窗、樓梯等)。

次主題 430 天然災害與防治

颱風與地震及其影響

3a. 認識颱風與地震造成的影響。

次主題 511 人類與自然界的關係

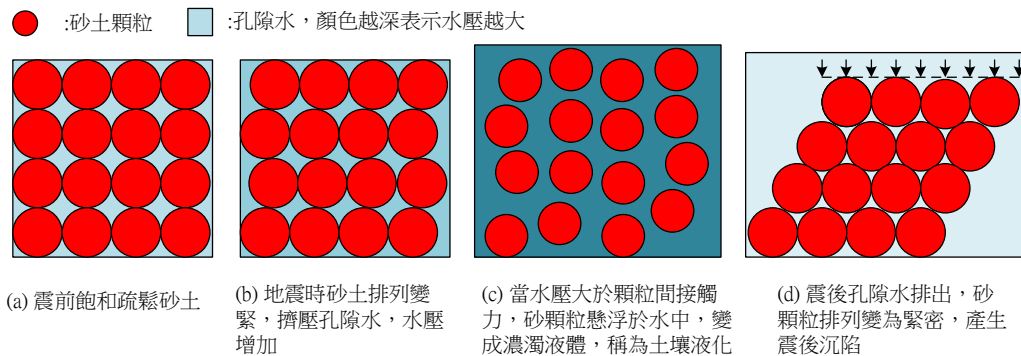
人類與自然界的平衡

4a. 知道目前人口成長衍生的諸多問題，並能探討人類活動對環境造成的衝擊，同時知道人類必須做好自然保育才能維持生態系的穩定

二、土壤液化及其防治的認識

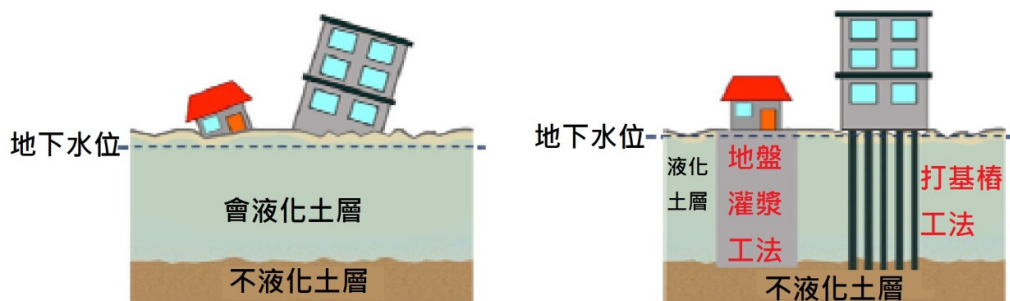
地震發生時，地表面有時會有噴砂、湧水與地裂的現象，住家的地板會隆起龜裂，有時還會噴出砂漿與泥水，甚至有些房屋還因此出現了傾斜、下陷的情形，這些都是「土壤液化」導致的結果。但是，並非所有的地方都會發生土壤液化的現象，**通常在**土壤顆粒排列疏鬆，地下水高的地層，較容易發生土壤液化。這樣的地層大多分布在河岸、海岸、海埔新生地、或舊河道、魚塭或池塘回填地，這些地區都具有地下水位高，土壤沉積疏鬆的特性，容易因過大的地震動，發生土壤液化現象。

地層中土壤顆粒在水中因重力作用沉積排列，形成某種穩定狀態，但是大地震來時，因地層劇烈搖動，土壤顆粒就會重新排列，擠壓土壤孔隙間的地下水，使得水壓升高，使得顆粒彼此分離懸浮於水中，這就是「土壤液化」(圖一)。當地表土層有裂縫，高壓泥水會沿縫隙噴出地表，形成積砂湧水現象。



圖一 地震時液化過程中飽和砂土顆粒排列狀態之變化

像 2016 年高雄美濃地震、2011 年日本東北大地震都曾發生土壤液化，一旦發生土壤液化，地面上的建築物就會因為地基土壤液化，喪失承載能力，在自重的作用下，可能下陷與傾斜。但容易發生土壤液化的地區並非不能蓋房子，關鍵在於蓋房子前，就要了解地基土壤的液化可能性，若具有液化的可能性，可使用改良地基土壤或強化建築物基礎結構等工程技術，克服土壤液化問題。例如採用將漿液灌入建築物下方地層中，固化地基土壤之地盤灌漿工法；或是建築物基礎採用基樁結構穿過液化土層，貫入到非液化之堅實土層，如此地震發生液化時，非液化土層可確實承載建築物重量，而不會發生沉陷或傾斜，如圖 2 所示。



土壤液化影響建物安全

以工法防範土壤液化

▲圖片修改自中央地質調查所相關圖片

生活在台灣，地震是不可避免的現象，只要有正確的防災知識並做好防災準備，就可能將災害降到最低。

有關土壤液化相關教材資源

(1)中央地質調查所（經濟部）——土壤液化問與答

<http://210.71.254.170/CGSSL/QA.html>

(2)中央地質調查所（經濟部）——土壤液化但不一定造成災害

<http://www.moeacgs.gov.tw/info/view.jsp?info=842>

(3)營建署（內政部）——土壤液化防治專區

http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=19652&Itemid=53

(4)國家地震工程研究中心（國家實驗研究院）——安全耐震的家

<http://www.ncree.org/SafeHome/ncr02/ncr3.htm>

(5)教學影片

「土壤液化與地層下陷」實驗

https://youtu.be/A8TRwG_VPbw

『土壤液化』係蝦毀？PanSci「科學大爆炸」演給你看！

<https://youtu.be/jfx3w33pC5Q>

土壤液化如何發生，小朋友做實驗給你看

<https://youtu.be/128-RZmsC8E>



土壤液化及其防治的認識(國中補充教材)

一、現行國民中小學九年一貫自然與生活科技學習領域課程 綱要國中一至三年級中與土壤液化有關的內容：

(一) 分段能力指標：(標為紅色字為與土壤液化及其對房屋的影響相關的能力指標)

2. 科學與技術認知

認識環境

第四階段(國中一至三年級)

2-4-3-2 知道地球的地貌改變與板塊構造學說；岩石圈、水圈、大氣圈、生物圈的變動及彼此如何交互影響。

認識常見的科技

第四階段(國中一至三年級)

2-4-8-7 認識房屋的基本結構、維生系統及安全設計。

(二) 教材內容細目：(標為紅色字為與土壤液化及其對房屋的影響相關教材內容細目)

次主題 423 居住

4a. 察覺住屋環境(通風、陽光、衛生、地基安全等)。

4b. 瞭解住屋的結構(例如樑柱、樓板、牆、門窗、樓梯等)。

次主題 430 天然災害與防治

颱風與地震及其影響

3a. 認識颱風與地震造成的影響。

次主題 511 人類與自然界的關係

人類與自然界的平衡

4a. 知道目前人口成長衍生的諸多問題，並能探討人類活動對環境造成的衝擊，同時知道人類必須做好自然保育才能維持生態系的穩定。

二、土壤液化 (soil liquefaction)及其防治的認識

1. 臺灣地質背景

「歐亞板塊」及「菲律賓海板塊」約於 500 萬年前碰撞擠壓，肇發「蓬萊造山運動」，迄今仍不斷地將臺灣抬升當中；而當臺灣島浮出水面，風吹、日晒、雨淋也一直對臺灣土地進行風化、侵蝕作用。高處的岩石被山崩、土石流搬運到

低處沉積，現今臺灣的平原地區，皆是由此而來。舉凡臺北盆地、宜蘭平原、嘉南平原、屏東平原等地區，即是數百萬年來的山崩、土石流沖積而來。這些平原沉積著疏鬆的砂土，具有接近地表的地下水位，原本就是土壤液化容易發生的地方。

2. 土壤液化是什麼？

含水的砂土地層受外力作用後，砂土混和著水，由固態砂土暫時轉化為液態砂漿，形成濃濁液體的過程，稱為土壤液化。當土壤液化發生時，往往還伴隨著噴砂、龜裂、地面隆起或陷落、建築物傾倒等現象。

3. 土壤液化是怎麼發生的？

地震前，岩層間的砂土顆粒排列疏鬆，如圖 1(a)所示；地震時，顆粒間會產生相對運動，使排列有趨向緊密狀態之趨勢，此時顆粒會佔據孔隙的空間，會擠壓孔隙水，造成孔隙水壓增加，如圖 1(b)所示；當震動過程夠久，震動力夠大，孔隙水壓會持續增加到大於顆粒間之接觸力，使得砂顆粒懸浮於水中，成為含砂之濃濁液體，發生液化，喪失承載能力，如圖 1(c)所示；地震結束後，孔隙水會排至地表，砂顆粒會重新沉積，排列較為緊密，產生震後的地表沉陷，如圖 1(d)所示。

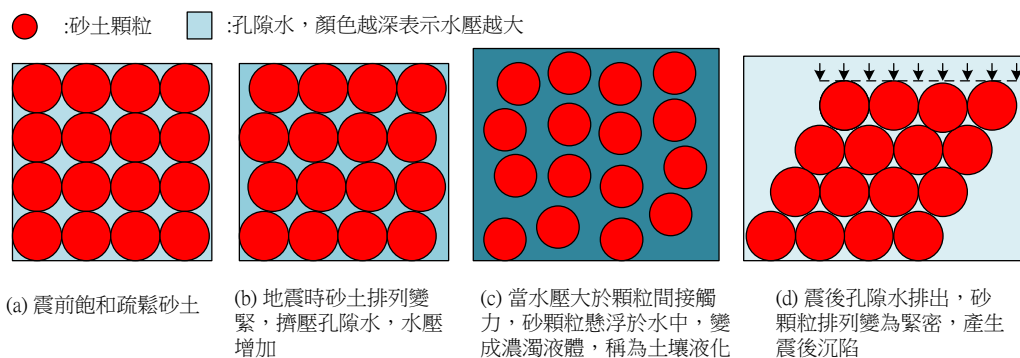


圖 1 地震時液化過程中飽和砂土顆粒排列狀態之變化

除含水的砂土地層可能因地震而發生土壤液化外，近年都市的自來水管、工業油液管、汙水下水道...等多埋設於地面下，若因地震而使管路破裂洩漏液體，亦可能造成土壤液化。

4. 土壤液化可能的危害？

建築物之地基土壤液化會喪失承載力，使建築物發生沉陷與傾斜。若損害水

管、油管、電線等維生管線，可能造成生活機能喪失，造成嚴重的二次災害。除建築物外，土壤液化還有可能對橋梁、土石壩、堤防、港灣護岸造成損害。若是在山坡地區，會因為部份邊坡土壤液化後，造成整體邊坡滑動之災難。液化問題若是發生在土壩，則造成壩體邊坡滑動，如果蓄水庫之水因而溢頂，則氾濫成災的問題極大。幸好，發生在平原區域的液化問題通常不致於太大，只是，造成災民生活上的不方便和財物損失，也不可加以檢討。

5. 如何查詢土壤液化的風險區域？

請連結中央地質調查所提供之「土壤液化潛勢查詢系統」

<http://www.moeacgs.gov.tw/2016.htm>

點選地圖區域，或輸入地址即可查詢該地區的土壤液化潛勢。

6. 土壤液化潛勢圖是怎麼測繪出來的？

土壤液化潛勢圖是由地震、地質、土木專家分工合作完成的。「地震專家」評估地震發生的大小和概率，「地質專家」進行現場探勘以及地質特性和地下水位範圍界定，「土木專家」計算地震時發生土壤液化的可能性，然後把三個團隊的成果套疊在地圖上，繪製而成土壤液化潛勢圖。圖上各以綠、黃、紅的色塊，標示低、中、高液化潛勢區。

- **低潛勢(綠)**：強烈地震發生時，地基可能無影響或輕微影響。
- **中潛勢(黃)**：強烈地震發生時，地基可能輕微影響至中度影響。
- **高潛勢(紅)**：強烈地震發生時，地基可能中度至嚴重影響。

圖例說明引自 <http://210.71.254.170/CGSSL/SL.pdf>

7. 如何面對土壤液化？

居安思危，未雨綢繆，毋需過於擔憂。除了關注建築物本身是否堅固牢靠，平時即需認識居家與學校之地質特性，宜請專業技師進行較詳細的勘查評估，依實際環境，擬訂因應對策，防患於未然。

8. 不只土壤液化，更需全面防災

地球上有不少天然災害是人類生存所面臨的挑戰，我國災害防救法內指出風災、水災、震災、旱災、寒害、土石流災害等天然災害，以及火災、爆炸、公用氣體與油料管線、輸電線路災害、礦災、空難、海難、陸上交通事故、森林火災、

毒性化學物質災害等人為或天然災害，都是台灣社會特別要面對的課題。因此，不只是土壤液化問題，目前人類較可能準備預防的天然災害有淹水、土石流、順向坡、滑動坡、斷層、海嘯、液化、崩塌地、下陷區等「地質敏感地區」項目，被有些國家做成九大防災避難地圖，輔導企業，教育民眾，達到減少災害，保護民眾的目的。

9. 相關資源

(1)中央地質調查所（經濟部）——土壤液化問與答

<http://210.71.254.170/CGSSL/QA.html>

(2)中央地質調查所（經濟部）——土壤液化但不一定造成災害

<http://www.moeacgs.gov.tw/info/view.jsp?info=842>

(3)營建署（內政部）——土壤液化防治專區

http://www.cpami.gov.tw/chinese/index.php?option=com_content&view=article&id=19652&Itemid=53

(4)國家地震工程研究中心（國家實驗研究院）——安全耐震的家

<http://www.ncree.org/SafeHome/ncr02/ncr3.htm>

(5)大地工程技師公會——液化諮詢站

https://drive.google.com/open?id=0B_ctGOsJP1OOX0RLRklCNlpIOVk

(6)國家災害防救科技中心——0206 美濃地震相關資訊

http://satis.ncdr.nat.gov.tw/kml/0206_地震.pdf

(7)地震引致的土壤液化與側潰現象（科學發展 498 期，2014 年 6 月）

http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/10306/10306-02.pdf

(8)教學影片

「土壤液化與地層下陷」實驗

https://youtu.be/A8TRwG_VPbw

『土壤液化』係蝦毀？PanSci「科學大爆炸」演給你看！

<https://youtu.be/jfx3w33pC5Q>

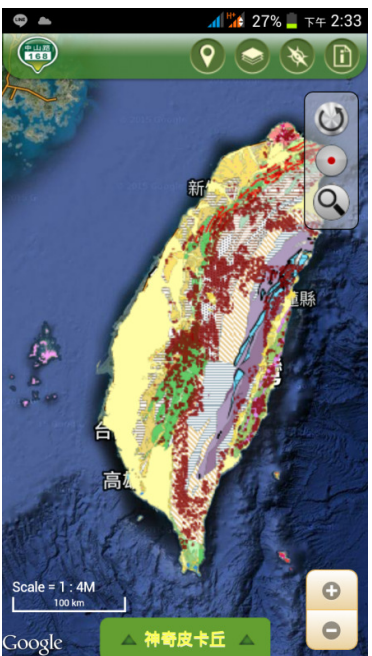
震後省思 土壤液化危機

<https://youtu.be/RZm3TjOF2Po>

(9)諮詢電話：經濟部中央地質調查所 (02)2945-7603、0800-655566

防災教育_土壤液化戶外教學簡案					
教學主題	土壤液化	教學方法	展區探索、演示實驗、分組討論	教學時間	90 分鐘(2 節課)
教學對象	國中、國小				
教學場域	教室、台中霧峰九二一地震教育園區				
教材來源 暨 參考資料	一、921 地震教育園區 二、地靈靈 APP 軟體 http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/app/d11/download.cfm?device=web				
教學資源	921 地震教育園區工程館、土壤液化教具、可上網的平板或手機				
課程設計 理念	台灣位處地震帶，許多沿海地方都有土壤液化與地層下陷的危機，加上今年(2016)美濃地震讓台南災情慘重，大家開始重視地層性質與房子堅固性之間的關係，利用 921 地震教育園區的資源，結合理化二年級的密度概念，讓學生對土壤液化有更多的認識。				
教案大綱	一、參觀 921 地震教育園區工程館_土壤液化的實驗 二、能解釋土壤液化與地震之間的關係 三、利用 APP 找到台灣地質敏感的地區				
教學目標	一、讓學生能將理化所學活用在生活中 二、能充分運用科技產品融入學習 三、能運用博物館資源				
能力指標	自 1-4-4-1-8 藉由資料、情境傳來的訊息，形成可試驗的假設 自 1-4-4-2-9 由實驗的結果，獲得研判的論點 自 2-4-8-8 認識房屋的基本結構、維生系統及安全設計 自 5-4-1-2-6 養成求真求實的處事態度，不偏頗採證，持平審視爭議				

教學活動設計

教學目標	教學活動	教學資源
參觀 921 地震教育園區工程館_土壤液化的實驗，並能解釋土壤液化與地震之間的關係	1. 參觀 921 地震教育園區工程館 2. 操作土壤液化教具 3. 討論土壤液化和地震之間的關係	
利用 APP 找到台灣還有哪些地質敏感的地區	1. 下載地靈靈APP軟體(google play搜尋地靈靈) 2. 練習操作軟體 3. 找出斷層的區域，你家是否在附近？ 4. 利用圖層疊合，你認為地質敏感區域主要的原因是什麼？	

學習單

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____

1. 105 年 2 月 6 日美濃地震中，台南有些房屋傾斜和地板龜裂噴砂，可能是什麼原因促成的？
2. 什麼是土壤液化？
3. (參觀 921 地震教育園區)請實際操作有關土壤液化的教具，並拍張照片！
4. 為什麼地震容易引發土壤液化？
5. 土壤液化會對房子造成什麼影響？
6. 利用地靈靈 APP 找出你佳的位置是否在斷層附近？離最近斷層有幾公里？
7. 你認為會被歸類為「地質敏感地區」的主要原因為何？