



簡介日本 2018 年版 「氣候變化及其影響報告」

林文傑¹

2009 年日本的環境省、文部科學省及氣象廳等 3 個單位，首次以共同發表書面報告的方式，公布官方對於氣候變化相關的見解。爾後，每隔一段時間，由與氣候變遷相關的單位單獨或共同發表官方的書面報告，供日本相關單位與人士卓參。為符實情之需，2018 年 2 月 16 日日本由環境省、文部科學省、農林水產省、國土交通省及氣象廳等 5 個單位共同發表「日本的氣候變化及其影響」的書面報告，其全文（含圖表）超過 20 萬字，主要內容分成氣候變動的要因、氣候變動的觀測，結果與未來的預測、氣候變動的影響等 3 大單元。由於此份書面報告的內容頗具參考價值，故將與農業相關的要點予以摘述，供國內相關人士及單位卓參。

一、氣候變動的要因

此份報告是以 World Meteorological Organization（聯合國所屬的國際氣象組織，簡稱 WMO）對於「氣候是只指一般的情況下，在相當長的時間所測得的大氣的平均狀況」，以及「氣象是指大氣狀況或大氣中所產生的所有的現象」為基礎，並以 Intergovernmental Panel on Climate Change（政府間氣候變化專門委員會，簡稱

註 1：行政院農業委員會企劃處退休專員。

IPCC) 所提的第 5 次評估報告為主要參考資料，說明氣候變動的要因、分析自然因素與人為因素 2 大類。前者以太陽變動產生太陽放射量的變化；火山爆發在大氣中增加許多的微粒子，致使地表的日射量產生變化；以及大氣、海洋、陸面等依自然法則產生變動等為主。後者以隨著人類各種活動所產生石化燃料的燃燒；森林的砍伐或土地利用變化產生地表的反射率變化，以及二氧化碳吸收的變化；人類的各種活動，產生大氣污染物質等為主。

二、各種氣候變動的相關資料

- (一) 世界各國為了能夠觀測全球性的氣候變動，成立 Group on Earth Observations (國際地球觀測組織，簡稱 GEO)，建構 Global Earth Observation Systems (全球綜合性觀測系統，簡稱 GEOS) 針對國際性共有的生物多樣性與生態體系的持續性、能源與礦物資源管理、糧食安全保障與農業的持續發展、產業基礎與交通管理、公共衛生的監督、可望持續進行的都市開發、水資源的管理等八大類議題與氣候相關事宜，進行觀測。
- (二) 1880 ~ 2012 年的 133 年裡，世界氣溫平均上升 0.88℃，而日本在同一時間裡所上升的平均溫度高達 1.19℃；形成此現象的原因，與日本位居氣溫上升較世界平均值高的北半球中緯度有密切的關連。此外，值得關注的是，未來的日本 (1) 異常高溫出現的次數呈現增加的現象，異常低溫現象則出現漸減的趨勢。(2) 每天的最高溫度超過 30℃ 的夏季型天數，以及超過 35℃ 的酷熱型天數呈現增加現象；相對的是每天最低溫度低於 0℃ 的冬季型天數則出現減少趨勢。
- (三) 長期以來，世界各地的降雨量呈現分配不均的現象，且溼潤地區與乾燥地區、溼潤季節與乾燥季節等降雨量的變化差距出現擴大的情況下，日本因國土範圍包括亞寒帶至亞熱帶，且境內有 2/3 屬於山區等容易影響降雨變化的狀況下，自 1970 年代起呈現短時間內發生大雨或豪大雨的機會增加、各地方沒下雨的日數增加等趨勢；其中更值得關注的是，每年各地方梅雨季節的降雨天數的變化，與水庫的進水量以及蓄水量有密切的關連，常成為影響該年度各地方供水需求是否能夠順利運作的重要因素。
- (四) 就日本各地方降雪量與積雪量的變化而言，(1) 由於受到大氣中的水蒸氣量的增加，以及氣溫暖化等因素影響，日本容易下雪的本州與北海道可能出現每 10 年一次的大暴雪的雪災。(2) 1962 ~ 2016 年間的日本各地方最深積雪量變化，呈現趨減的傾向，且未來此現象將持續漸減的現象。

- (五) 自 1891 年全球開始辦理地球海水表面至海面下 100 公尺深的水溫監測起，至 2016 年止的 125 年，全球海面水溫平均上升 0.53°C ，而日本近海的海水溫度在同一時期上升 1.09°C ，較全球平均高出甚多。更甚的是，預估未來地球海面水仍將呈現增加的狀況下，對於包括日本近海在內的海域裡的生態、地球的氣候變化等方面，將產生重大的影響。更值得關注的是，自 20 世紀初起，由於受到海水因水溫上升出現熱膨脹等因素影響，產生海面水位上升現象，預估 21 世紀末的地球海面水位將比 20 世紀上升 0.25 至 0.82 公尺；且日本近海的海水水位上升幅度可能較地球整體平均高的狀況下，將為日本近海海域以及陸上的生態、氣候變化等方面帶來相當大的衝擊。
- (六) 長期以來，海洋成為人為所產生的大量二氧化碳等酸性物質的主要儲存場所，以致於海洋海水水質的 pH 值朝向酸性化的方向推進；更因至目前為止，此種現象仍然持續進行，所以預估至 21 世紀末，海水水質酸性化的現象可能呈現持續增加的趨勢。此外，值得重視的是，由於有關海水水質變化相關事宜的產生原因及影響，目前仍然有待世界各國共同努力研究，所以與其相關的發展動向，值得關注。
- (七) 世界各地所存在的熱帶低氣壓，因地域的不同而有不同的名詞，其中之颱風的定義是「東經 180 度至西邊的北太平洋，以及南中國海所存在的熱帶低氣壓中之最大風速每秒超過 17 公尺的氣象」。在此定義下，(1) 由於受到許多的自然與人為因素影響，致使地球的熱帶低氣壓所產生的最大風速及降雨量出現增加現象；但就各地域別的預測而言，則呈現無法確認的狀況。(2) 由數十年來的統計資料得知，颱風每年平均產生 25.6 個；但自 1990 年起，每一年裡的颱風發生次數常出現低於近數十年來的平均值的現象。(3) 由各種研究報告顯示，迄至 2016 年止的颱風最低中心氣壓常維持在 900hpa 以上，但未來可能出現超級颱風，其最大風速可達每秒 85 ~ 90 公尺，最低中心氣壓達 860hpa。

三、氣候變動對農業的主要影響

地球的氣候變動對於世界各地的水資源、水的環境、災害、自然生態、糧食、健康、經濟等方面產生環環相扣的重大影響，其中對於日本農林漁牧業的主要影響為：

(一) 農業的項目別方面

1. 稻米

- (1) 由相關的研究結果得知，供作日本國民主糧的稻米生產，在結穗開始的 10 天裡，如果出現 32°C 以上的高溫，容易產生稻穀龜裂現象的比例增加；結穗

開始期的 20 天裡，如果出現日平均溫度超過 26℃～27℃ 的話，將因受到高溫等因素影響，容易產生稻穀內部未成熟的白濁現象比例增加。

(2) 利用各種預測模型檢測未來的趨勢顯示，迄至 2080 年止，日本部分地區的稻米單位面積產量可能呈現增加的現象，但到了 21 世紀末可能出現減少的傾向。值得關注的是，如果持續在相同的地區栽培同一品種的稻米，日本所生產的稻米品質，將因高溫、二氧化碳增加等因素影響，產生品質下降的現象。

(3) 為了確保日本所生產的稻米產量與品質，有必要針對各地區實情之需，研發符合該地區需求的具有耐熱、抗旱、抗病蟲害等特性的新品種稻米。

2. 氣候的變化，對於日本在習慣上列屬土地利用型農作物的主要影響及因應對策要點為：

(1) 麥類方面，由於氣候呈現暖冬的機會愈來愈多，以致於麥莖開始伸長時，於接近地面的葉片就會出現直立的現象，或出現結穗早期化的現象。此外，在生產過程如果遇到多雨的情況，容易出現潮溼危害的打擊。因此，應徹底辦理排水對策，在妥適的時期進行病蟲害防除、改良並且推廣新品種，以符實情之需。

(2) 大豆方面，因日本將大豆列屬重要的經濟戰略作物，且其部分用來栽培大豆的農業用地是由水田轉換成旱田用地，所以在大豆生育初期如果出現潮濕危害；或者在開花後，如果遇到高溫危害，容易產生落花、落莢、收穫期的莖葉沒辦法產生枯萎等問題。因此在未來的因應措施，宜以強化灌排水設施、開發耐高溫、抗病的新品種。

(3) 蔬菜方面，因種類及品種相當多，且生產項目常隨地區、季節、不同的栽培方式等之變化而有相當大的差異性。就長期性的發展趨勢而言，露天栽培的蔬菜因陰雨天數趨減、日照時間增加、氣溫升高等因素影響，致使多種的蔬菜呈現生產期限縮短、單位面積產量增加等現象；但也容易出現病蟲害增加、生育障礙等的困擾；在設施栽培方面則常因高溫、或極端性的氣候變化、或設施與栽培成本增加等問題，致使經營陷入困境。因此，未來宜以調整產地與產期、研發或引進具有抗病性與耐熱性的新品種、強化現有設施等政策措施，為主要的因應對策。

(4) 水果方面，因果樹是多年生長期作物，所以如果與一年生的農作物進行比較，更能凸顯果樹在適應氣候變化的脆弱性，尤其是夏季的高溫、少雨等現象，對於日本現今所生產的各種水果產生裂果、著色不良、果粒偏小居

多、病蟲害的種類與危害機會增加等缺失；因此，在氣溫呈現持續升高的情況下，宜採取改良水果的品種、引進芒果等熱帶水果、變更適合水果的產地、強化灌排水設施等因應措施，以符實情之需。

(5) 茶是日本重要的經濟作物，但因大多數是採取露天栽培的方式生產，所以容易下雪或積雪的地區成為不適合茶業發展的地區；此外，更因受到氣候暖化以及下雨日數減少等因素影響，致使茶葉的生產容易產生單位面積產量減少、品質下降、病蟲害增加等問題。所以，今後宜以強化水土保持的基礎設施、確保茶園土壤水分的涵養、培育新品種、加強病蟲害的防除等為施政重點。

(6) 日本主要的甘味料作物為甜菜與甘蔗，前者以本州的北部地區與北海道為主產地，因受到暖化等因素影響，呈現生產時間縮短、病蟲害增加等現象；後者以沖繩為主產地，常因颱風等氣候性災害危害而受困。因此，宜以積極辦理可以改善生產單位面積的收穫量、品種的含糖量等相關事宜，為今後的主要施政措施，以符實情之需。

(7) 花卉與盆栽等觀賞類作物的供需，常隨氣候呈現暖化趨勢、消費者喜好的改變、一年生或多年生植物的差異性、露天或設施栽培等差異的變化而有很大的起伏；因此，在只考慮氣候因素的情況下，觀賞類作物因應氣候方面的對策，宜以重視灌排水措施、找尋適合耐高溫與具有抗病性強的花卉品種、積極引進或改良降低產銷成本等為未來施政的重點。

(二) 林業及森林方面

1. 日本在近 30 年的時間裡，於短暫的時間出現每小時降雨量超過 50mm 的強烈降雨現象的發生率呈現增加趨勢，對於國土擁有 2/3 面積為山區的地區受到土石流等災害危害的影響，呈現增加的傾向。更值得關注的是，未來預估每年平均最大的日降雨量及最大的每小時降雨量，將比現在的實際狀況出現大幅度增加的壓力下，集中性的山崩、土石流等嚴重破壞的事件將出現頻傳現象，為日本的國土保安、社稷安危等相關事宜帶來嚴峻的考驗。

2. 森林具有水資源的涵養、淨化空氣的品質、災害的防備（例如海岸的防災林具有多項的防災機能）、確保生物的多樣化等屬於公益性的機能；但在氣候呈現暖化等趨勢的情況下，致使林業與森林的發展陷入危機。因此之故，宜以「森林基礎設施長壽化」等政策為施政主軸，以期能達到林業經營的永續化、強化國土保安與確保森林的公益性機能等政策目的。

3. 日本部分地區的降雨量或降雪量等氣候變化，對於例如良質杉等人造林產生不適合栽培現象，以及原始森林因受到氣溫上升或融雪的時間早期化等因素影響，致使部分地區的樹木呈現冷溫帶地區的樹種及數量減少，溫帶地區的樹木種類及數量出現增加現象。更值得關注的是，森林的病蟲害種類、發生率、蔓延速度等難題，受到氣溫上升等因素影響，呈現增加趨勢。因此，有必要加強氣候變化對於林業與森林相關事宜的研究，以期林業能朝永續發展的方向推展。

（三）漁業方面

1. 目前已知，隨著海水溫度的變化，以及海水的 pH 值變化等因素影響，致使海洋生物的種類與數量分布亦隨之產生變化，進而使其相關的漁獲量也產生變化。就日本而言，由於受到以日本海為中心的海水溫度呈現上升現象，以致於屬於南方系列的魚種呈現增加的傾向，屬於北方系列的魚種則出現減少現象。此外，更因海水溫度升高、海水的 pH 值變化等因素影響，日本的海面養殖漁業的產地、養殖項目的種類與品種、容易產生的魚病種類、影響的範圍與受害程度等也產生變化。因此，在預估未來的海水溫度可能升高的情況下，宜利用遺傳基因解析等科技，深入了解各種魚病的原因與防治方法；培育具有耐高溫特性的魚類、藻類、貝類、海水軟體動物等的新品種，並且積極予以推廣，以期能因應未來的需求。
2. 氣候變遷對於日本內陸的湖泊，常因受到暖冬型氣候的影響，致使湖水循環體系出現弱質化以及湖泊底層的溶存氧氣呈現下降的缺氧傾向。此外，由於受到降水量的變動幅度呈現相當大的變化影響，進而容易產生異常性的洪水或異常性的乾旱現象，以致於促使河川裡的水流量產生相當大的變動，以及積雪期的時間與水量等出現大幅度的變動；或者預估同時出現土石流、枯木等漂流物增加的趨勢等因素影響，致使河川的水質與河川的循環體系產生重大影響，進而預估日本內陸水域的魚類等水中生物的種類、漁獲量等，將產生顯著的變化。因此之故，為了維護日本內陸水域的生態能夠健全發展，並使相關的水中生物能夠永續適存，有必要積極運用各種科技，辦理培育具有耐高溫特性的水產類生物、收集因高溫而產生的疾病及其防治等相關資訊、促進水中生物種苗生產的安定化與量產化等相關事宜，以符實情之需。
3. 日本受到以氣候變遷為基礎的中長期海面水位的上升，以及颱風侵襲日本的機會增加與其危害程度提高等因素影響，進而產生潮汐的偏差幅度增大、波浪增加等現象，以致於出現高大波浪危害、海岸線受到侵蝕等危機的機會增加；且目前已經知道，即使採用抑制溫室效應的氣體排出相關的因應措施，仍然無法逃避區域性海水溫度上升、海水水位上升等問題。亦即，日本的漁港、漁村等所存在的相

關的建築物及設施，未來可能出現與海面間的差距縮小，進而產生海水倒灌、浸水等現象，危及漁港相關機能的運作以及漁村的健全發展。因此，為了因應海水的水位上升、高大波浪增加等方面的實際需要，未來宜以日本的社會經濟活動，以及土地利用等的中長期動向為依據，研究並且訂定軟硬體均具的最佳政策，以期日本的漁業與漁村能夠朝向永續發展的方向邁進。

（四）畜牧方面

日本畜牧業的產品項目頗多，但在習慣上常將畜牧業視為農（作）業的下游產業，且在生產方面以肉雞、蛋雞、乳牛、肉牛及豬等為主要項目。亦因此，日本在畜牧業的資料收集與分析、實驗的研究與推廣、政策的研擬與訂定等，大多數是以上述的相關項目為主要對象；所以在此份報告中，氣候變化與畜牧業的關連要項為：

1. 從畜產的項目別及飼養的型態來看，由於長期性的氣候溫度呈現上升趨勢，將使以圈養方式為主的豬、肉雞、蛋雞、乳牛等畜產項目，因夏季溫度偏高而產生食慾不振現象，進而使飼料換肉率、產蛋率或泌乳量等的生產形成下降的隱憂；所以有必要積極改善畜舍的通風、防熱等設施，以期能確保畜舍達到所飼養的家禽或家畜所需的生活空間。此外，對於部分非泌乳期的乳牛、肥育期的肉牛等，採取室外放牧為主的家畜，宜以妥適的營養管理為基礎，積極辦理防止夏季的體重增重率與繁殖率下降等與提升生產相關的配套措施。
2. 目前日本以牧草及近幾年來積極推廣的飼料用稻米為主要飼料作物；其中之飼料用稻米的生產，在氣候方面所遇到的難題與食用稻米的情況類似。牧草方面，如果受到高溫氣候變化等因素影響，可能產生適合栽培地區產生變動現象；如果出現少雨等氣候異常現象，將產生枯萎、病蟲害增加等問題。因此，宜積極辦理建構因應氣候變遷的栽培體系、肥料培育管理技術、開發耐熱性的品種與育種素材等相關事宜；並且予以推廣等相關的配套措施。
3. 氣溫朝暖化等方向發展的趨勢，致使牧草容易產生雜草叢生及固定的繁殖領域擴大、以雜草為病蟲害寄生物種的機會增加等問題。在動物的感染疾病方面，由於受到家畜傳染疾病的病源是以節肢動物為主要媒介，隨著節肢動物因氣候暖化等氣候因素影響，將出現棲息地及生息週期變動、新傳染性疾病入侵日本等難題。所以，在解決飼料用稻米等飼料作物所遭遇到的各種難題方面，宜以比照食用作物的標準，進行防除措施；在家畜傳染疾病方面，宜以建構有助於提升警戒與調查的精準度、防除技術的高度化等相關配套措施為施政重點，以符實情之需。

四、其他與農業相關要項及其因應要點

氣候變化與農業相關事項頗多，其中之要項及日本所採取的因應措施為：

（一）農作業安全方面

由於農林漁牧業的作業活動，大多數具有戶外工作或體力的勞動量繁重等特性，所以農林漁牧業的業者常常出現因為受到豔陽高照等天氣影響而產生中暑現象，或因隨著日本的農林漁牧業的勞動力人口老化而產生作業意外頻傳等憾事。因此之故，目前日本的農林水產省每年採取官方與民間合作的方式，積極推動「預防中暑症發生的宣傳計畫」；並且辦理研發與推動具有高性能且安全的農業機械化與引進自動化設施等相關事宜，以符實情之需。

（二）病蟲害與鳥獸危害面

日本原來容易發生的各種農林漁牧業的病蟲害，經由各種傳染途徑，以及受到氣候變化等因素影響，不但容易形成感染的範圍擴大或轉移等棘手難題。更因國際貿易與旅遊等的交流愈來愈頻繁，以致於產生世界各地與農林漁牧業相關的各種病蟲害順勢入侵日本；尤其是具有跨物種特性，或具有需要寄生宿主特性、或與人具有互相感染特性的病蟲害，成為令人頭痛的難題。此外，隨著氣候變化產生遷移活動的候鳥幾乎年年產生禽流感傳染事件，進而為人類與動植物帶來許多的危機；以及山豬等野獸、或海水裡容易產生赤潮類的有害生物等，常常為農林漁牧業帶來相當大的經濟損失，以及日常生活方面的恐懼。因此之故，宜從積極收集並且分析世界各地所發生的病蟲害、禽流感、鳥獸害等的資訊與防治方法、強化動植物防疫檢疫體制等方面努力，以期此些危害的損失能降至最低。

（三）國際合作方面：

氣候異常常態化及其所衍生的各種難題與解決方法等相關事宜，是世界各國所必需共同面對的課題；尤其是處於地球上的人口仍然呈現持續增加、全球可供做糧食等農林漁牧業產品增產的資源相當有限的壓力下，各種與氣候變化呈現直接或間接關連性的國際合作相關事宜，成為包括日本在內的世界各國需要攜手合作且不容互相推諉的重責大任。所以，日本在全球氣候變化呈現長期性異常的趨勢下，應以確保日本所需的糧食不慮匱乏為政策施政的最高指導原則，以積極參與國際因應氣候變化相關的組織與業務等方式，從善盡國際責任的行動裡，取得日本想要實現的願景。

（四）其他：

例如各種與氣候變化相關的研究、解決方法與推廣；日本國內與氣候變化相關單位彼此間的分工、合作及其配套措施的訂定與執行等，均屬值得關注的事項，不容忽視。