

8-8 陸面の放射性物質の動きを詳細に計算 —大気-植生-土壌複合系内核種移行モデルの開発—

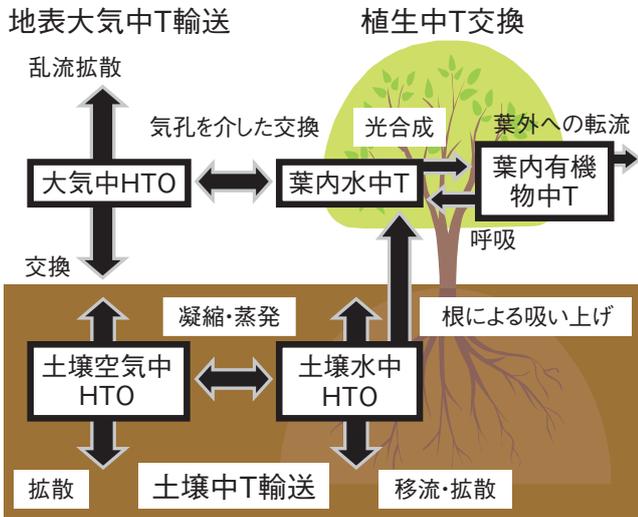


図 8-21 開発した陸面モデルで考慮される T の移行過程
モデルは鉛直方向に多層化した地表大気、植生及び土壌中において、水・CO₂循環に伴う HTO の輸送並びに T の交換を素過程レベルで詳細に記述します。

原子力発電所及び核燃料再処理施設の運転に伴い環境中に放出される核種のうち、トリチウム (³H, 以下 T と記す) と炭素 14 (¹⁴C) はその安定同位体が生物の主要な構成元素であること、半減期が長い (T は 12 年、¹⁴C は 5730 年) ことから被ばく評価上重要な核種です。環境中で T はトリチウム水 (HTO) として水と同様に振る舞い、¹⁴C は ¹⁴CO₂ として二酸化炭素と同様に振る舞います。そのため、施設から放出された T 及び ¹⁴C は環境中の水・CO₂ 循環に取り込まれ、その一部は光合成により植生に有機物として固定されます。この有機物中 T あるいは ¹⁴C を摂取することで内部被ばくが引き起こされます。このため、被ばく評価では施設から放出された T 及び ¹⁴C の施設周辺の植生への移行量を正確に評価することが必要です。しかし、時々刻々と変動する環境中の水・CO₂ 循環の影響を考慮した T 及び ¹⁴C 移行予測モデルはなく、T 及び ¹⁴C の被ばく評価は十分な精度でなされていませんでした。

そこで私たちは T 及び ¹⁴C の環境中移行を詳細に予測可能なモデルを開発しました。まず、陸面環境中の T

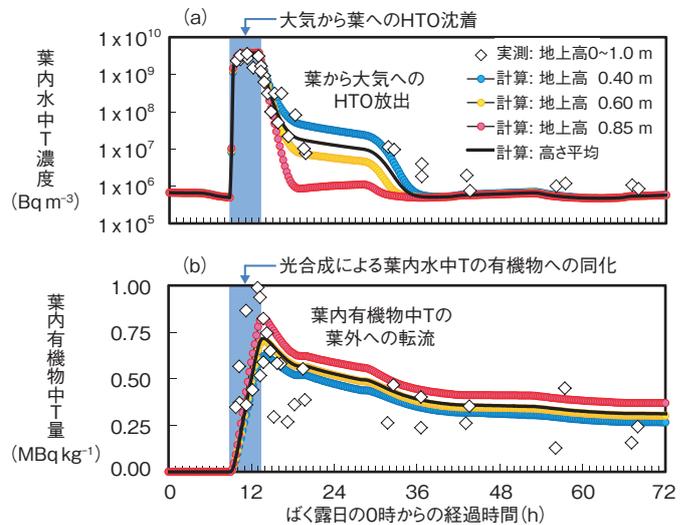


図 8-22 葡萄への大気中 HTO のばく露実験の再現計算結果
(a) ではばく露期間中 (ハッチ部) の大気中 HTO の葉への沈着及びその後の HTO 放出に伴う葉内水中 T 濃度の変動並びに (b) では光合成による葉内水中 T の同化及び有機物の転流に伴う葉内有機物中 T 量の変動が再現されました。

(図 8-21) 及び ¹⁴C の動態を素過程レベルで厳密に定式化しました。そして、これら T 及び ¹⁴C 動態を原子力機構が開発した陸面水・CO₂ 循環モデル (SOLVEG-II) に組み込むことで、T 及び ¹⁴C の陸面移行を水・CO₂ 循環と連動させて詳細に予測するモデルを開発しました。モデルは大気中 HTO (図 8-22) 及び大気中 ¹⁴CO₂ の葉内の水及び有機物への移行を十分な精度で再現しました。

次にモデルの応用として、T 及び ¹⁴C の環境動態のシミュレーション解析を行いました。その結果、土壌水中 HTO の根による吸い上げ過程が植生の有機物中 T の生成に顕著に影響することが明らかになりました。また、土壌中に有機物として蓄積する ¹⁴C から分解・生成する ¹⁴CO₂ が、植生の有機物中 ¹⁴C の生成に及ぼす影響を定量化しました。このように、開発した陸面モデルは、観測では評価しきれない T 及び ¹⁴C 移行の各素過程の重要性を把握することに活用できることが示されました。

今後はモデルの更なる実用的な応用として、大気拡散モデルと組み合わせた計算によって施設から大気へ放出される T 及び ¹⁴C の周辺環境中移行を評価する予定です。

●参考文献

Ota, M. et al., Importance of Root HTO Uptake in Controlling Land-Surface Tritium Dynamics after An-Acute HT Deposition: A Numerical Experiment, Journal of Environmental Radioactivity, vol.109, 2012, p.94-102.