

5. 2. 5 RI 汚染物を対象とした核種の確率論的解析の結果

5. 2. 5. 1 評価パラメータのばらつき評価結果

決定論的な方法によるクリアランスレベルの暫定値の算出に用いた評価パラメータが適切で、かつ、現実的な範囲で保守的な選定となっていることを確認するために整理した H-3、C-14、P-32、Mo-99、Tc-99m 及び I-125 の目安線量相当濃度と累積確率の関係をそれぞれ図 5.3 から図 5.8 に示す。

RI 汚染物に関する確率論的解析の対象核種として「5. 2. 1 項」に示すように 6 核種を選定したことを踏まえ、対象経路としては、「5. 2. 2 項」に示す考え方に基づいて 13 経路を抽出している。H-3 の累積分布関数を示す図 5.3 では、13 経路のうち、上段、中断及び下段のグラフに、それぞれ 4 経路、2 経路及び 4 経路の累積分布関数を示しており、残りの外部被ばくに関する 3 経路は、H-3 がガンマ線を放出しない核種であることから、図中には描かれないこととなる。図中の凡例に○を付加した対象経路 (H-3 の場合は上段のグラフで示した跡地利用 (農作物摂取、子ども) の経路) が、目安線量 $10 \mu\text{Sv/年}$ に基づいて埋設処分や再利用の各評価経路に対して算出した結果のうち、放射能濃度が最も小さくなった決定経路である。グラフの曲線 (実線、点線、一点鎖線等) は累積分布関数であり、各対象経路に関する計算モデルで用いた評価パラメータのうち、ばらつきを考慮する必要がある評価パラメータに対して、文献等から分布幅・分布型を選定したうえで、各評価パラメータが独立に変動するとしてモンテカルロ法により算出した放射能濃度を小さい方から順に並べ直し、各放射能濃度に対する累積確率を求めて^{※17}プロットしたものである。その結果、各経路で累積確率 0.5 に相当する濃度が、それぞれの経路の中央値を示すこととなる。また、図中の各種垂線 (縦軸と平行に描いた実線、点線、一点鎖線等) は、それぞれの対象経路に対して決定論的な方法で設定した評価パラメータを用いて算出した $10 \mu\text{Sv/年}$ に相当する放射能濃度の値を示している。

ここでは、対象経路ごとに上述の累積分布関数 (曲線) と決定論的な方法に基づいて算出した放射能濃度の値 (垂線) の関係の評価して、累積確率の中央値 (P=0.5 に対する濃度) から 97.5% 片側信頼区間下限値 (図 5.3 から図 5.8 で累積分布関数が P=0.025 の破線と交わる点の濃度 (以下、「97.5% 下限値」という。)) の範囲内に放射能濃度の値があるかどうかを確認した。具体的には、中央値を下回ることを確認することにより、決定論的解析の評価パラメータが保守的であることを確認している。

図 5.3 から図 5.8 に示すように、放射能濃度の累積分布関数を用いた評価の結果、対象としたすべての核種 (H-3、C-14、P-32、Mo-99、Tc-99m、I-125) で、決定論的解析の結果は、確率論的解析結果による累積確率の中央値より十分に低く、97.5% 下限値の近傍に位置している。このことは、評価パラメータが適切かつ保守的に選定されていることを示している。

※17：累積確率は、原子力安全委員会におけるクリアランスレベルに係る確率論的解析の検討で採用されたものに準拠した Hazen 公式に基づいた次式で求める。

$$p_i = (i - 0.5)/n$$

ここで、 p_i ：累積確率、 i ：小さい順に並べた場合の各標本の番号、 n ：標本の数 (今回の計算では「1000」とした。) である。

5. 2. 5. 2 シナリオの妥当性評価結果

決定論的な方法によるクリアランスレベルの暫定値の算出で設定したシナリオ（評価経路及び評価パラメータの組み合わせ）が適切、かつ、保守的に選定されていることを確認するために整理した H-3、C-14、P-32、Mo-99、Tc-99m 及び I-125 の目安線量相当濃度と累積確率の関係を、それぞれ図 5.9 から図 5.14 に示す。

H-3 の累積分布関数を示す図 5.9 において、グラフの横軸及び縦軸は、図 5.3 と同様にそれぞれ目安線量相当濃度及び累積確率を示している。また、図中の一点鎖線の曲線は、確率論的解析の対象経路として抽出した 13 経路の中で、上述の 97.5%下限値が最小となる経路の累積分布関数を示す。さらに、図中の長い垂線は、H-3 に関して決定論的な方法で設定した評価パラメータを用いて算出した $10 \mu\text{Sv/年}$ に相当する放射能濃度の値のうち、決定経路の放射能濃度の値を示している。一方、実線の曲線は、一点鎖線の曲線の目安線量相当濃度を 10 倍したもので、97.5%下限値が最小となる経路について目安線量を $100 \mu\text{Sv/年}$ として求めた累積分布関数に相当する。また、この累積分布関数の 97.5%下限値に相当する目安線量相当濃度を短い垂線で示している。この濃度を、発生頻度が小さいと考えられるシナリオに対する目安線量相当濃度として取扱う。

ここでは、決定論的な方法に基づいて算出した決定経路に対する放射能濃度の値（長い垂線）と発生頻度が小さいと考えられるシナリオに対する 97.5%下限値に相当する目安線量相当濃度（短い垂線）の関係を評価して、長い垂線が短い垂線に比べて小さくなっていることを確認する。すなわち、決定論的な方法に基づいて算出したクリアランスレベルの暫定値が、 $10 \mu\text{Sv/年}$ を著しく超えない目安線量である $100 \mu\text{Sv/年}$ ^{※18}相当濃度（前述の 97.5%下限値の最小値の 10 倍の値）よりも常に低くなっていることを確認することとなる。この条件を満足する時、決定論的な方法に基づいて算出した放射能濃度の値に基づくクリアランスレベルを適用した場合に、発生頻度が小さいと考えられるシナリオの線量が $100 \mu\text{Sv/年}$ を超えないことを示している。

表 5.28 は、各対象核種について、「決定論的解析結果が最小となる決定経路とその経路に対する放射能濃度」及び「97.5%下限値の最小を示す経路とその経路の 97.5%下限値の放射能濃度」の比較を示している。97.5%下限値の最小値の 10 倍の濃度である $100 \mu\text{Sv/年}$ 相当濃度は、全ての核種で決定経路に対する放射能濃度を下回ることがないことを確認した。

これらの図 5.9 から図 5.14 及び表 5.28 に示すとおり、RI 汚染物に係る確率論的解析の対象とした 6 核種すべてについて決定論的解析で求めたクリアランスレベルが $100 \mu\text{Sv/年}$ 相当濃度よりも常に低くなっていることを確認した。

5. 2. 6 放射化物を対象とした核種の確率論的解析の結果

5. 2. 6. 1 評価パラメータのばらつき評価結果

RI 汚染物に関する評価パラメータのばらつき評価と同様の評価を放射化物に対しても行うため、放射化物に係る確率論的解析の対象核種として選定した Na-22、Mn-54、Co-60、Sb-125、Cs-134、Eu-152 及び Eu-154 の目安線量相当濃度の累積確率の関係をそれぞれ図 5.15 から図 5.21 に示す。

放射能濃度の累積分布関数を用いた評価の結果、対象とした全ての核種で、決定論的解析の結

※18：このめやす線量は、原子力安全委員会により行われたクリアランスレベル評価で用いられている。

果は、確率論的解析結果による累積確率の中央値より十分に低く、97.5%下限値の近傍に位置している。このことは、評価パラメータが適切かつ保守的に選定されていることを示している。

5. 2. 6. 2 シナリオの妥当性評価結果

RI 汚染物の場合と同様にシナリオの妥当性評価を行った結果、図 5.22 から図 5.28 に示すとおり、決定論的な方法に基づいて算出した決定経路に対する放射能濃度の値（長い垂線）と発生頻度が小さいと考えられるシナリオに対する 97.5%下限値に相当する目安線量相当濃度（短い垂線）の関係を評価して、長い垂線が短い垂線に比べて小さくなっていることを確認した。

また、各対象核種に関する「決定論的解析結果が最小となる決定経路とその経路に対する放射能濃度」及び「97.5%下限値の最小を示す経路とその経路の 97.5%下限値の放射能濃度」の比較を表 5.29 のように整理した結果、97.5%下限値の最小値の 10 倍の濃度である $100 \mu\text{Sv/年}$ 相当濃度は、全ての核種で決定経路に対する放射能濃度を下回ることがないことを確認した。

以上のことから、放射化物に係る確率論的解析の対象とした 7 核種すべてについて決定論的解析で求めたクリアランスレベルが $100 \mu\text{Sv/年}$ 相当濃度よりも常に低くなっていることを確認した。

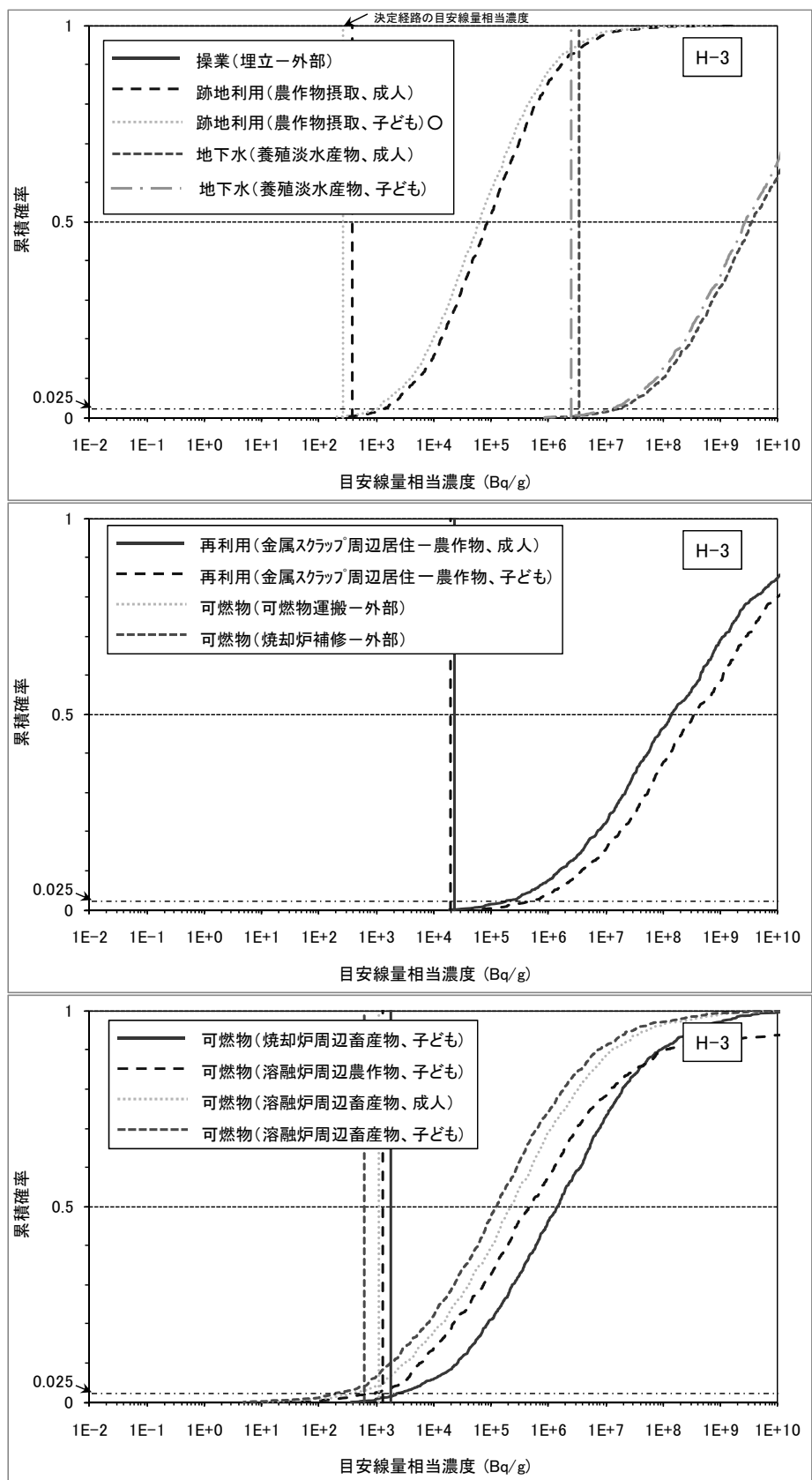


図 5.3 目安線量相当濃度の累積分布関数 (H-3)

以下の経路では、 γ 線を放出しないため結果が得られない。

作業(埋立-外部)、可燃物(可燃物運搬-外部)、可燃物(焼却炉補修-外部)

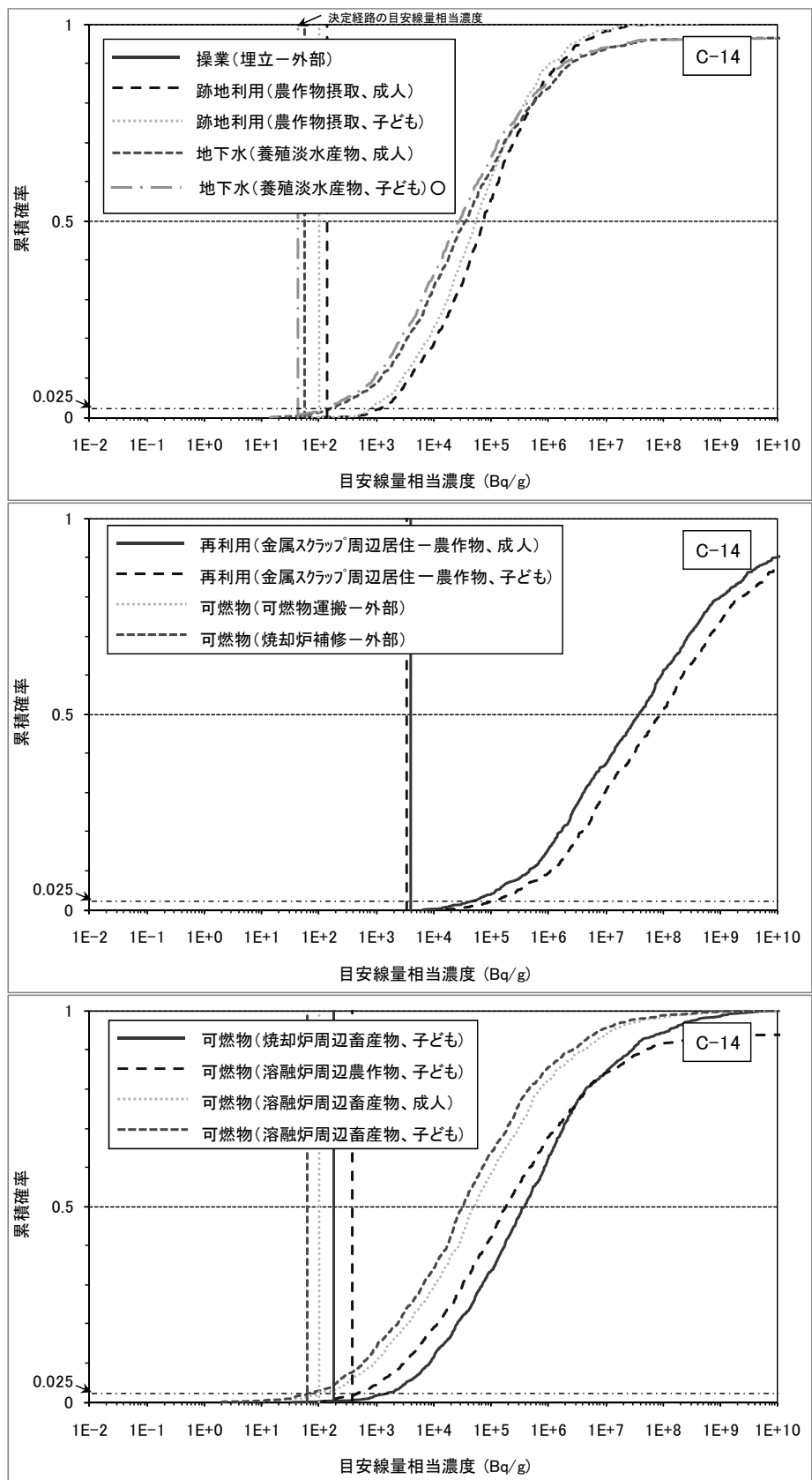


図 5.4 目安線量相当濃度の累積分布関数 (C-14)

以下の経路では、 γ 線を放出しないため結果が得られない。
 操作(埋立-外部)、可燃物(可燃物運搬-外部)、可燃物(焼却炉補修-外部)

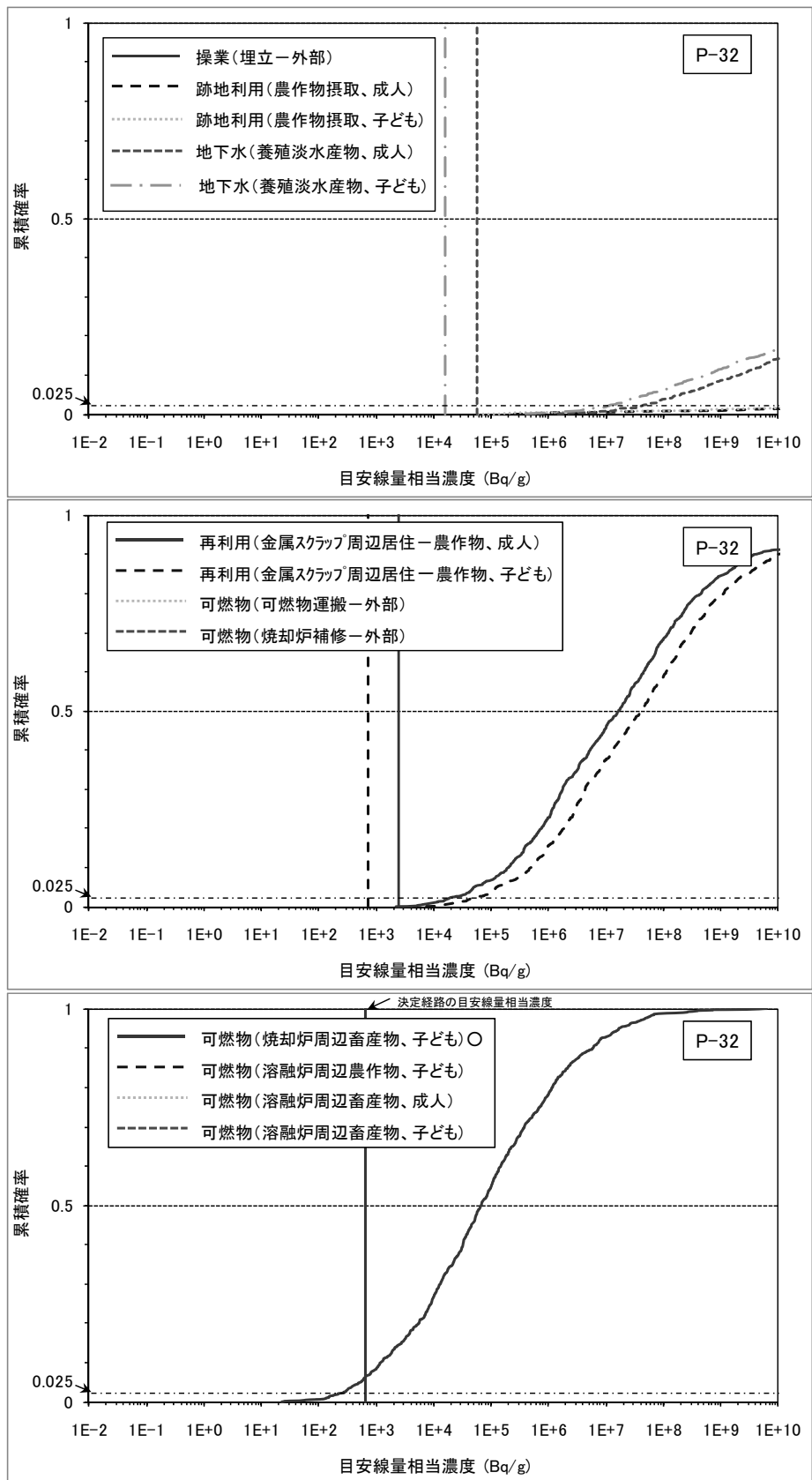


図 5.5 目安線量相当濃度の累積分布関数 (P-32)

以下の経路では、 γ 線を放出しないため結果が得られない。

作業(埋立-外部)、可燃物(可燃物運搬-外部)、可燃物(焼却炉補修-外部)

以下の経路では、熔融時には排気筒から放出されないとしているため結果が得られない

可燃物(熔融炉周辺-農作物、子ども)、可燃物(熔融炉周辺-畜産物、成人)、可燃物(熔融炉周辺-畜産物、子ども)

以下の経路では、半減期が短いため評価結果が図の範囲に入らない。

跡地利用(農作物、成人)、跡地利用(農作物、子ども)

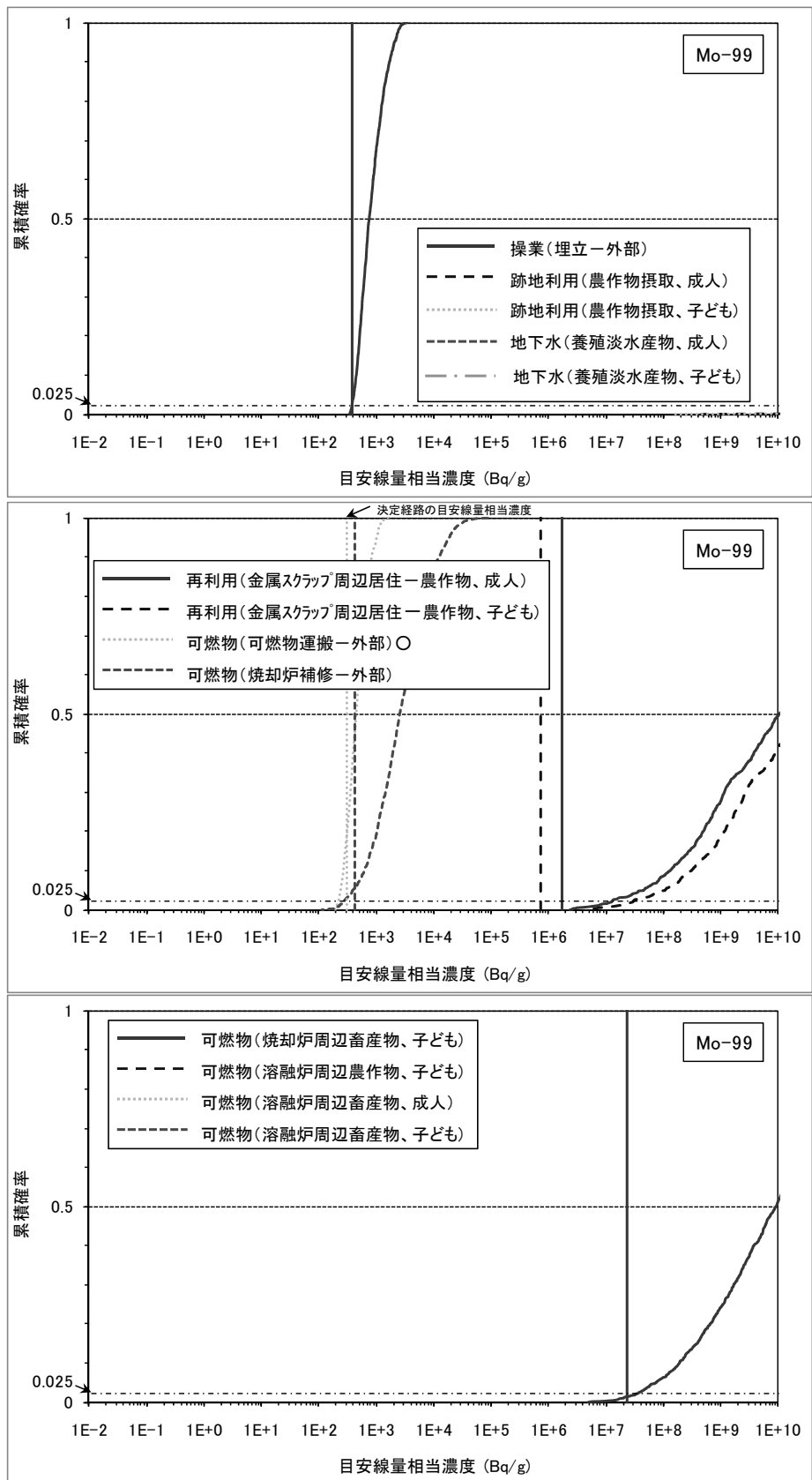


図 5.6 目安線量相当濃度の累積分布関数 (Mo-99)

以下の経路では、熔融時には排気筒から放出されないとしているため結果が得られない。
 可燃物(熔融炉周辺-農作物、子ども)、可燃物(熔融炉周辺-畜産物、成人)、可燃物(熔融炉周辺-畜産物、子ども)
 以下の経路では、半減期が短いため評価結果が図の範囲に入らない。
 跡地利用(農作物、成人)、跡地利用(農作物、子ども)、地下水(養殖淡水産物、成人)、地下水(養殖淡水産物、子ども)