

目 次

はじめに・1

第一部 放射線の健康影響 19

第1章 放射線の人体への影響理解のための基礎知識 21

はじめに・21

■ 1. 放射線と放射能についての基礎知識……………21

- 1) 放射線と放射能および放射性物質・21
- 2) 放射線の線エネルギー付与と生物作用・22
- 3) 放射能および放射線の単位・23
- 4) 数値の大きさを表す接頭語・24
- 5) 身のまわりの放射線—自然および人工的な放射線源からの被ばく・24
- 6) 航空機による旅行および国際宇宙ステーションにおける被ばく・26
- 7) X線検査で使われる放射線の量・26

■ 2. 放射線による人体への影響の現れ方……………28

- 1) 早期影響と晩発影響・28
 - 2) 確定的影響と確率的影響・28
 - 3) 致死線量と死因・29
 - 4) 放射線の生物作用における線量率効果・30
 - 5) 低線量とはどういうレベルの線量をいうのか？・30
- 文献・31

第2章 私のチェルノブイリ訪問記 33

■ 1. 第11回チェルノブイリ訪問団に参加して（上）……………34

- なぜチェルノブイリ訪問団に参加したか？・34
- ウクライナで見たこと、聞いたこと、してきたこと・36

■ 2. 第11回チェルノブイリ訪問団に参加して（下）……………40

- 私の講演：「放射線と免疫および発がん」・40
- ウクライナで感じたこと・46

■ 3. 第13回チェルノブイリ訪問団に参加して……………47

第3章 チェルノブイリ原発事故の健康影響；25年のまとめ ————— 53

はじめに・53

- 1. チェルノブイリ原発事故と福島第一原発事故との比較……………53
 - 2. チェルノブイリ原発事故の健康影響（1）……………55
 - 1) チェルノブイリフォーラムの報告・55
 - 2) UNSCEAR 2008年報告書・58
 - 3. チェルノブイリ原発事故の健康影響（2）……………61
 - 1) チェルノブイリ原発事故による奇形発生と人工妊娠中絶・61
 - 2) 高線量被ばく者への造血幹細胞移植の結末・66
 - 3) 急性放射線症を発症した患者のその後・68
 - 4) 小児甲状腺がん・69
 - 5) チェルノブイリ原発事故被災国における人口動態統計と死因・72
 - 6) 精神医学的影響・75
 - 7) 総括・77
- 文献・78

第4章 人のがんとその原因および放射線による発がん ————— 81

はじめに・81

- 1. 人の寿命とがん……………81
 - 2. 人のがんの原因（1）職業がん：化学物質による発がん……………84
 - 3. 人のがんの原因（2）放射線による発がん……………84
 - 1) 皮膚がん・84
 - 2) 白血病・85
 - 3) 骨肉腫・86
 - 4) 肺がん，肝臓がん，甲状腺がん，その他のがん・86
 - 4. 現代人のがんの原因……………87
 - 5. 身のまわりの発がん物質……………89
 - 6. 人のがんの遺伝とがん体質の遺伝……………90
 - 1) 遺伝性のがん：単因子遺伝によるがん・92
 - 2) がん体質の遺伝：がん体質に関係する遺伝子の突然変異と
遺伝子多型および遺伝的背景・96
 - 7. 精神的ストレスとがん（心因性のがん？）……………99
 - 8. 原爆被爆者に発生したがんへの原爆放射線の寄与率……………101
 - 9. 放射線とたばこによる発がんリスクの比較……………103
 - 10. まとめ……………104
- 文献・104

第二部 放射線影響研究と LNT モデルの課題 ————— 109

第 1 章 核時代のはじまりと放射線の影響研究

—私の放射線生物影響研究の歩み— ————— 111

- 原子爆弾の衝撃・111
- 私の生命科学の思想基盤の形成期・111
- ルイセンコ学説と二つの遺伝学論争から学んだこと・113
- 分子生物学の誕生・114
- 放射線遺伝学と放射線の生物作用に関する標的説・114
- 核兵器開発競争による大気圏内核実験による「死の灰」と人類の将来への危惧・116
- 放射線発がんにおける直線しきい値なし (LNT) 仮説の誕生・117
- 世界的な放射線影響研究の広がり・118
- 私と放射線影響研究との関わりのはじまり・118
- 放射線の影響評価においてバックグラウンドの正常値を知ることの重要性・119
- 放射線遺伝学から放射線免疫学へ・122
- オークリッジ国立研究所・123
- 放射線免疫学から骨髄移植の免疫学と放射線発がんのメカニズム研究へ・124
- LNT モデルとの葛藤・125
- 文献および補注・126
 - メモ #1 国際放射線防護委員会 (ICRP)・130
 - メモ #2 原子放射線の影響に関する国連科学委員会 (UNSCEAR)・131
 - メモ #3 日本における放射線の生物影響研究の黎明期の記録・132

第 2 章 動物実験による放射線発がん修飾要因研究の意義 ————— 135

- はじめに・135
- 1. 放射線発がんにおける修飾要因…………… 136
 - 1) 物理的因子・136
 - 2) 生物学的因子・136
 - 3) 環境因子・137
- 2. 放射線発がんにおける免疫系の役割…………… 137
 - 1) がんに対する免疫監視説・137
 - 2) ウイルス発がんと免疫・138
 - 3) 自己免疫反応と発がん・141
- 3. 放射線発がんと環境因子…………… 141
 - おわりに・144
 - 文献・145

第3章 放射線発がんのメカニズムと LNT モデル 147

はじめに・147

- 1. 放射線生物学の基本原則としての標的説…………… 148
 - 1) 放射線による突然変異の発見と突然変異の線量反応の直線性・149
 - 2) 放射線の生物作用に関する標的説の提唱者リーの認識・149
- 2. 細胞生物学についての基礎知識…………… 150
 - 1) 人体組織における細胞再生と幹細胞・150
 - 2) 細胞周期とその制御・150
 - 3) 細胞の死：ネクローシス（壊死）とアポトーシス（自発死）および増殖死・151
 - 4) 組織における実質細胞と間質細胞・153
 - 5) がん細胞は細胞の増殖，分化，死の制御の異常によって生じる・153
- 3. 放射線発がんのメカニズム（1）がん関連突然変異の起源…………… 154
 - 1) 放射線発がんの原因となる突然変異の発生時期・154
 - 2) マウスの放射線誘発胸腺リンパ腫におけるがん関連遺伝子の突然変異の発生時期・155
 - 3) 原爆被爆者に発生した白血病の原因となる染色体異常細胞クローンの発生時期・158
- 4. 放射線発がんのメカニズム（2）新しい実験モデル系…………… 159
 - 1) 乳腺における前がん細胞からがん細胞への進展に及ぼす照射微小環境の影響・159
 - 2) 放射線発がんにおける適者選択による適応的発がん仮説・162
 - 3) 放射線による細胞老化の誘導とがん化促進・163
- 5. 放射線発がんのメカニズム（3）エピジェネティックな効果…………… 169
- 6. まとめ…………… 169

文献・171

第4章 放射線発がんにおける線量反応

一人と実験動物での線量反応のちがいとその意味すること—— 177

はじめに・177

- 1. 放射線誘発がんの線量反応…………… 178
 - 1) 原爆被爆者におけるがんの発生と過剰発がんリスクの線量反応・178
 - 2) 実験動物における放射線発がんの線量反応・178
- 2. 放射線発がんにおける遺伝的背景の影響—組換え近交系マウスを使った実験…………… 182
- 3. 放射線発がんの発生率に影響を及ぼす宿主および環境要因…………… 184
- 4. 放射線発がんにおけるエピジェネティクス…………… 186
- 5. 原爆被爆者の発がんリスクの線量反応の意味するもの…………… 186
 - 1) 人の疫学調査集団と動物実験に使われる個体集団がもつ遺伝学的性格の違い・186
 - 2) 放射線発がんリスクに関する思考実験・186
- 6. まとめ…………… 188

文献・190

第5章 低線量放射線の生体影響とその放射線防護学的意義 ————— 195

はじめに・195

| | |
|---|-----|
| ■ 1. 生体の環境ストレスに対する防御と細胞の応答 | 195 |
| 1) 生命体への環境からのストレス・195 | |
| 2) DNA 損傷と修復のための細胞応答・196 | |
| 3) 熱ショック応答・198 | |
| ■ 2. 放射線ホルミシス：低線量放射線による生体機能の亢進 | 199 |
| 1) 放射線ホルミシス・199 | |
| 2) 低線量・低線量率での連続照射がマウスの寿命に及ぼす影響・201 | |
| 3) 低線量放射線による免疫系の活性化・202 | |
| 3-1) 低線量の放射線によるリンパ球の増加と抗腫瘍活性の増強 ：JB マーフィーらの先駆的研究・202 | |
| 3-2) 低線量放射線による免疫系の活性化とグルタチオン・203 | |
| 3-3) T 細胞の活性化におけるマクロファージの役割・207 | |
| 3-4) 低線量放射線による熱ショックタンパク質（HSP）の誘導と免疫系の活性化・210 | |
| ■ 3. 低線量放射線に対する適応応答 | 211 |
| 1) <i>p53</i> 遺伝子の多面発現・211 | |
| 2) 低線量・低線量率での放射線照射による <i>p53</i> 遺伝子の発現・213 | |
| 3) 低線量での前照射および低線量率での連続照射による発がん抑制・216 | |
| ■ 4. まとめ | 219 |
| 文献・221 | |

おわりに・227

● BOX 目次

- Box 1.3.1 胎児肝細胞・66
- 1.3.2 移植片対宿主 (graft-versus-host : GVH) 病・67
- Box 1.4.1 遺伝子情報 (DNA) と DNA のメチル化 (がん抑制遺伝子のメチル化)・83
- 1.4.2 遺伝的多型と多型遺伝子・92
- 1.4.3 DNA ミスマッチ修復・93
- 1.4.4 がん遺伝子とがん抑制遺伝子・96
- Box 2.3.1 サイトカイン・153
- 2.3.2 V (D) J 組換え・157
- 2.3.3 TGF- β (トランスフォーミング増殖因子- β)・160
- Box 2.4.1 実験動物の系統および近交系・179
- 2.4.2 遺伝的背景・180
- 2.4.3 組換え近交系・182
- Box 2.5.1 マイトゲン (分裂促進因子)・204
- 2.5.2 Th1/Th2 バランス・206
- 2.5.3 レドックス・208
- 2.5.4 チオレドキシン (thioredoxin)・210
- 2.5.5 オートファジー (自食作用)・212

●索引・233

●著者略歴・奥付