

## 目次

### 第1章 持続可能な社会実現のための単糖類の利用

1.1	持続可能な社会実現に向けて	1
1.2	植物資源の利活用に向けて	9
1.3	食糧にしない植物資源の利活用	11
1.4	日本国内での非食植物資源の利用の試み (北海道法の紹介)	15
1.5	糖類および単糖について	22
1.5.1	糖類の種類について	22
1.5.2	単糖の種類	24
1.5.3	D-グルコースとD-フルクトース	26
1.6	持続可能な社会実現に向けた単糖の利用	28
1.7	高温高压水を用いた新しい糖化方法の試み	33
1.8	単糖類から基幹化合物への変換	38
1.8.1	生物学的変換	39
1.8.2	化学的変換	41
1.8.3	生物学的変換と化学的変換の比較	44
1.9	持続可能な社会実現に向けた植物資源の工業と 石油化学工業の比較	47
1.10	持続可能な社会実現のための単糖類の利用のまとめ 引用文献	51 53

### 第2章 酸・アルカリを利用した単糖類の化学的変換

2.1	水を溶媒とする溶液反応場	57
2.1.1	反応プロセスについて	57
2.1.2	石油・天然ガスとバイオマス資源の性状	60
2.1.3	石油・天然ガスと単糖類の反応場の違い	61
2.1.4	単糖類の水溶液反応の特徴	63
2.2	水溶液における開環・閉環反応	66
2.3	弱い酸・アルカリを触媒とするケト-エノール互変異性化	73
2.4	弱い酸・アルカリを触媒とする脱水または脱離反応	79
2.5	強い酸触媒によるフラン環化合物の生成	84

2.6	強い酸触媒による単糖類の逆反応およびアンヒドロ化	99
2.7	強い酸触媒によるレブリン酸の生成	105
2.8	強いアルカリ触媒によるサッカリン酸の生成	107
2.9	強いアルカリ触媒によるレトロアルドール反応と再結合反応	116
2.10	強いアルカリ触媒によるジカルボニル化合物の開裂反応	123
2.11	酸・アルカリ触媒による水溶液中での芳香族化合物の生成	128
2.12	酸・アルカリ触媒を用いた単糖類の化学的変換プロセス	132
2.12.1	酸触媒によるフルフラールの反応プロセス	132
2.12.2	基幹化合物（化学原料）としてのフルフラールの利用	135
2.12.3	酸触媒による5-HMFの反応プロセス	140
2.12.4	基幹化合物（化学原料）としての5-HMFの利用	142
2.12.5	酸触媒によるレブリン酸の反応プロセス	145
2.12.6	基幹化合物（化学原料）としてのレブリン酸の利用	149
2.12.7	アルカリ触媒による乳酸の反応プロセス	151
2.12.8	基幹化合物（化学原料）としての乳酸の利用	151
2.13	酸・アルカリを利用した単糖類の化学的変換のまとめ	152
	引用文献	156

### 第3章 高温高压水を利用した単糖類の化学的変換

3.1	高温高压水を利用した化学的変換の特徴	167
3.1.1	高温高压水（超臨界水・亜臨界水）について	170
3.1.2	各状態における水分子の構造	174
3.1.3	超臨界流体の一般的な特徴	176
3.2	温度・圧力操作による水の密度変化	178
3.2.1	高温高压水を利用した反応プロセスと水密度の関係	181
3.2.2	溶媒としての水の特性（比誘電率・イオン積）について	183
3.3	高温高压水を利用した反応装置	188
3.3.1	操作法による高温高压水反応装置の分類	188
3.3.2	流通式高温高压水反応装置	194
3.3.3	超高压領域に対応した流通式反応装置	199
3.4	亜・超臨界水中における単糖類の化学的変換の特徴	201

3.5	亜・超臨界水中(温度250~450°C、圧力25~40MPa)におけるヘキソース(6炭糖)と関連化合物の化学的変換	204
3.5.1	亜臨界水(温度300、350°C、圧力25、40MPa)と超臨界水(温度400°C、圧力30、35、40MPa)中のヘキソースの化学的変換	204
3.5.2	亜臨界水(温度350°C、圧力25、30、40MPa)と超臨界水(温度400、450°C、圧力25、30、40MPa)中のヘキソースの化学的変換(温度・圧力が反応に及ぼす影響の考察)	208
3.5.3	亜臨界水(温度350°C、圧力25、40MPa)と超臨界水(温度400、450°C、圧力25、35、40MPa)中のヘキソースの化学的変換(レトロアルドール反応が促進される反応条件の探索)	211
3.5.4	亜臨界水(温度340°C、圧力27.5MPa)中のヘキソースの化学的変換(滞在時間が長い場合の反応挙動とアルカリ触媒添加の影響)	212
3.5.5	亜臨界水(温度250°C、圧力34.5MPa)中のヘキソースの化学的変換(滞在時間が長い場合の反応挙動と酸触媒添加の影響)	215
3.5.6	亜臨界水(温度340°C、圧力27.5MPa)中のヘキソースの化学的変換(D-マンノース、D-ガラクトースの化学的変換)	216
3.5.7	亜臨界水(温度290~370°C、圧力27.5MPa)と超臨界水(温度380、400°C、圧力27.5MPa)中の5-HMFの化学的変換	219
3.5.8	亜臨界水(温度340°C、圧力27.5MPa)中のメタサッカリン酸の化学的変換	222
3.5.9	亜臨界水(温度300、350°C、圧力25、40MPa)と超臨界水(温度400°C、圧力30、35、40MPa)中の1,6-アンヒドログルコースの化学的変換	225
3.6	亜・超臨界水中(温度250~420°C、圧力25~40MPa)におけるペントース(5炭糖)の化学的変換	227
3.6.1	亜臨界水(温度360°C、圧力25~40MPa)と超臨界水(温度385~420°C、圧力25~40MPa)中のペントースの化学的変換	227

3.6.2	亜臨界水 (温度250℃、圧力34.5MPa) 中の化学的変換	228
3.7	亜・超臨界水中 (温度300~400℃、圧力25~40MPa) におけるテトロース (4炭糖) の化学的変換	230
3.8	亜・超臨界水中 (温度300~450℃、圧力25~40MPa) におけるトリオース (3炭糖) と関連化合物の化学的変換	231
3.8.1	亜臨界水 (温度300、350℃、圧力25、40MPa) と超臨界水 (温度400℃、圧力30、35、40MPa) 中のトリオースの化学的変換	231
3.8.2	亜臨界水 (温度350、365℃、圧力34.5MPa) と超臨界水 (温度375、385、400℃、圧力34.5MPa) 中の乳酸の化学的変換	232
3.9	超高压水中 (温度350~450℃、圧力70~100MPa) における単糖類と関連化合物の化学的変換	235
3.9.1	亜臨界水 (温度350℃、圧力70、80MPa) と超臨界水 (温度400℃、圧力70、80MPa) 中のD-グルコースの化学的変換	235
3.9.2	亜臨界水 (温度350℃、圧力80、100MPa) と超臨界水 (温度400℃、圧力80、100MPa) 中のD-フルクトースの化学的変換	236
3.9.3	亜臨界水 (温度350℃、圧力80、100MPa) と超臨界水 (温度400℃、圧力80、100MPa) 中のD-キシロースの化学的変換	238
3.9.4	超臨界水 (温度450℃、圧力80、100MPa) 中の乳酸の化学的変換	239
3.10	高温高压水中における単糖類の主な変換経路	241
3.10.1	D-グルコース (環状構造体) の脱水に関する変換経路	244
3.10.2	D-グルコース (鎖状構造体) の開裂に関する変換経路	245
3.10.3	D-グルコース (鎖状構造体) の脱水に関する変換経路	247
3.10.4	D-フルクトース (鎖状構造体) の開裂に関する変換経路	248
3.10.5	D-フルクトース (環状構造体) の脱水に関する変換経路	250
3.11	高温高压水中における単糖類の変換反応	254
3.11.1	水分子でくくられた分子式の利用	254
3.11.2	高温高压水中における変換反応の分類	256
3.11.3	高温高压水中の化学的変換と酸化・還元操作の組み合わせ	262

3.12	単糖類の化学的変換のための反応設計	268
3.12.1	糖類から目的化合物への変換のためのメソドロジー	268
3.12.2	単糖類から目的化合物までの変換経路の自動生成	272
3.13	高温高圧水を利用した単糖類の反応プロセスの実用化の課題	282
3.13.1	リサイクルと分離に関する課題	282
3.13.2	亜・超臨界水を用いた反応プロセスとしての課題	287
3.13.3	反応プロセスの設計に関するソフトウェア利用の課題	291
3.13.4	新規反応プロセスとしての課題	294
3.13.5	単糖の反応プロセスの実用化に向けての取り組み	295
3.14	高温高圧水を利用した単糖類の化学的変換のまとめ	296
	引用文献	302
	索引	311

## 下 卷 目 次 (予定)

- 第4章 単糖類の化学的変換における変換経路
- 第5章 単糖類から目的化合物への変換経路の探索
- 第6章 経路探索から反応設計・プロセス設計への展開