

日本高中化學教科書的有機化學教材

姜宏哲編譯

國立臺灣師範大學化學研究所

一、前言

有機化學是化學領域中主要的課題之一。在我國現行的高中化學教科書內，有機化學的教材僅有一章，約35頁，介紹烴類及其一些衍生物、聚合物，且僅作敘述性的說明，枯燥乏味，瑣碎零落，一般學生厭煩去學習。我國將於七十三學年度起實施高中新科學課程標準，師大科學教育中心已編輯完成高中化學試用教材，其中有有機化學的教材已作改進，共有三章，內容較為豐富，頁數為現行教材的一倍多，對於有機化合物的介紹較有系統化。

本文係日本內木場等人就日本現行高中化學教科書內有機化學教材的內容，所作的整理分析。期望將來我國正式的高中化學的教科書，對於有機化學教材的編寫，能以此分析結果及其建議作為參考，選擇適當的內容，以提高學生的學習興趣，並與大學的有機化學課程相銜接。

二、日本高中化學教科書之有機化學教材

日本現行高中化學教科書是依據1970年公布之新學習指導要領編成的。本文是以1976年～1978年在日本發行的高中化學教科書14種化學Ⅰ及12種化學Ⅱ為對象，比較它們的有機化學反應的教材，發現在質與量及處理方式有很大的差異。在26種不同的教科書內所記載的有機反應大概可分為：

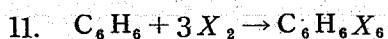
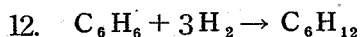
- (1) 置換反應……………包含偶合反應
- (2) 加成反應……………氫或氯的加成
- (3) 氧化還原反應……………包含燃燒
- (4) 脫離反應……………包含二羧酸的縮合

- (5) 加水分解反應.....包含油脂的皂化
- (6) 酯化反應.....包含生成乙酸乙酯的乙醯化反應
- (7) 加成聚合反應.....包含共聚合
- (8) 縮合聚合反應.....由氨基酸生成蛋白質等
- (9) 其他的反應.....異丙苯法，由乙酸鈣生成丙酮、碳化鈣與水的反應等

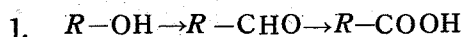
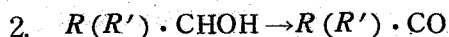
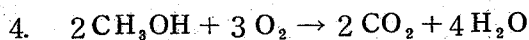
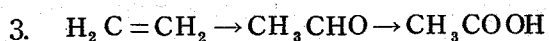
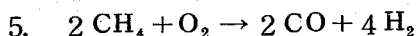
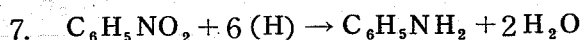
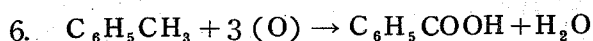
表 I 是根據這些分類作成的。

表 I

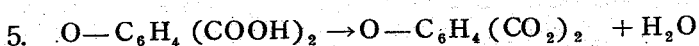
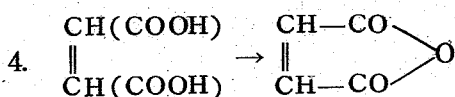
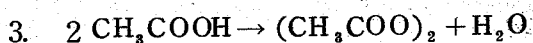
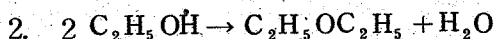
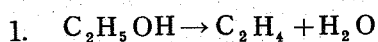
有機化學反應式	備註
① 置換反應	
1. $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{CHCl}_3 \rightarrow \text{CCl}_4$	包含各步驟
2. $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2 \text{Na} \rightarrow 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2$	包含 CH_3OH
3. $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{HX} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{X} + \text{H}_2\text{O}$	$\text{X} = \text{Br}, \text{I}, \text{Cl}$
4. $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{X} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5 + \text{NaX}$	$\text{X} = \text{I}, \text{Br}$
5. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{X}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{X} + \text{HX}$	$\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$
6. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O}$	
7. $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5(\text{NO}_2)_2$	包含各步驟
8. $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3(\text{NO}_2) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_3\text{CH}_3(\text{NO}_2)_2$	
9. $\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$	包含各步驟
10. $\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{N}_2\text{Cl} + \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{NC}_6\text{H}_4\text{OH} + \text{HCl}$	包含 β -萘酚
② 加成反應	
1. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{X}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{X}-\text{CH}_2\text{X}$	$\text{X}_2 = \text{Br}_2, \text{Cl}_2$
2. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$	
3. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{HX} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{X}$	$\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}$
4. $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2\text{OH}$	
5. $\text{HC}\equiv\text{CH} + 2 \text{X}_2 \rightarrow \text{CHX}_2-\text{CHX}_2$	$\text{X}_2 = \text{Cl}_2, \text{Br}_2$
6. $\text{HC}\equiv\text{CH} + 2 \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$	包含 $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
7. $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCl}$	
8. $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{HCN} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CHCN}$	
9. $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHO}$	
10. $\text{HC}\equiv\text{CH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}\cdot\text{OCOCH}_3$	

 $X = Cl, Br$ 

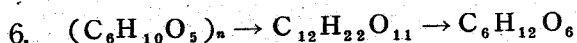
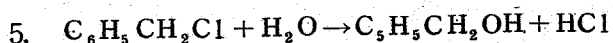
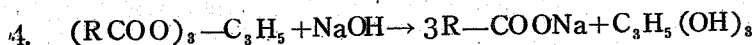
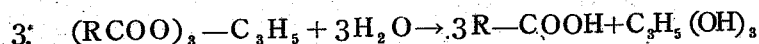
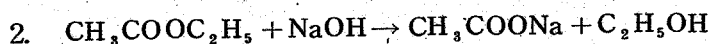
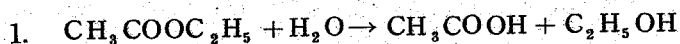
③ 氧化，還原反應

 $R = CH_3^-, C_2H_5^-$ 包含各步驟
 $R, R' = CH_3^-, C_2H_5^-$ 包含 C_2H_5OH 包含 C_3H_8 

④ 脫離反應

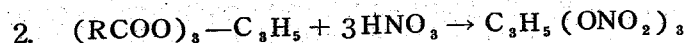
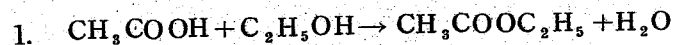
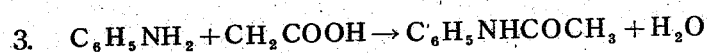
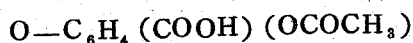
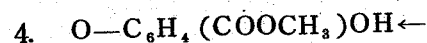


⑤ 加水分解反應

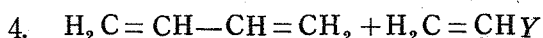
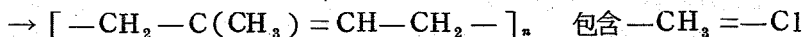
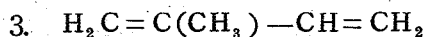
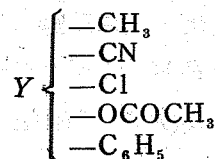
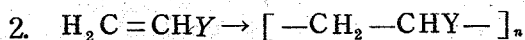
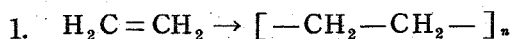


包含各步驟

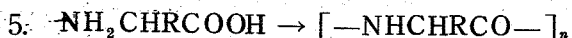
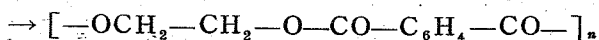
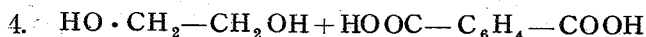
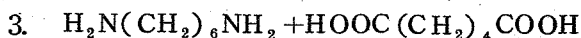
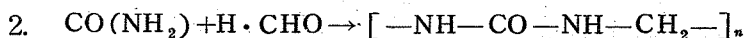
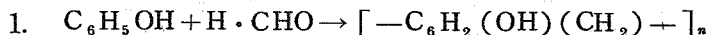
⑥ 酯化反應

 $+ 3H_2O$ 包含 $(CH_3CO)_2O$ 

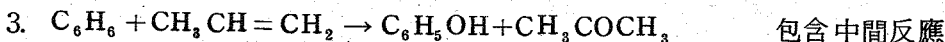
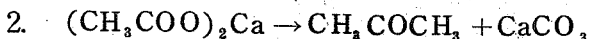
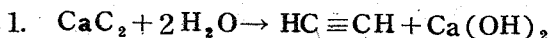
⑦ 加成聚合反應



⑧ 縮合聚合反應



⑨ 其他反應



主要的有機化合物之檢驗確認反應

1. 斐林反應

4. 酚和氯化鐵的反應

2. 銀鏡反應

5. 苯胺和漂白粉的反應

3. 三碘甲烷反應

6. 蛋白質的性質

三、分析結果與討論

由化學 I 的教科書內所獲得的資料：

1. 有機化學中的基本的反應：

大約在每種教科書內均有的，共通所見的反應如下：

① 置換反應：烷屬烴的鹵素置換，酒精與鈉的反應及由苯生成硝化苯的反應，可能由於這些反應容易教材化的緣故。

② 加成反應：有很多對不飽和烴的氫或鹵素的加成，但實驗例子很少。

③ 氧化還原反應：酒精的氧化反應及其實驗事項特別多。又甲烷的燃燒反應例子亦多，這是因為它是基本的烴之燃燒反應。

④ 脫離反應：由酒精生成乙烯的反應與生成乙醚的反應之二項較多。這與無機反應相異，由於反應條件有稍微的差異就可得到完全不同的化合物，其主要目的是欲使學生注意這種有機化學反應的特異性。

⑤ 加水分解反應：油脂的皂化反應及乙酸乙酯的水解反應例子為多。這是因為與日常生活用的肥皂化學有關連之故。

⑥ 酯化反應：由醋酸與乙醇生成醋酸乙酯的實驗教材特別多。

2. 合成高分子化合物：

化學 I 中有些特定的教科書內記載了合成高分子的化學。如耐綸的合成反應式或氨基酸、多縮氨基酸的生成反應式等，這些在高中是不合適的。

由化學 II 的教科書內所獲得的資料：

1. 共同的教材：

化學 II 的教科書內之有機化學教材相當多。其中較多的反應列舉如下：

① 置換反應：所有的教科書內均有苯、硝化苯的生成反應，又大部分有實驗例子。為为了提高對染料化學的興趣，所以重氮化和偶聯反應例子亦多。

② 加成反應：幾乎每一教科書內均有鹵素的加成，但對乙炔的加水完全沒有提起。這可能是要使用汞觸媒（有毒）的緣故。

③ 氧化 - 還原反應：所有的教科書內都有酒精的氧化及苯胺的合成，且大多數有實驗例子。

④ 脫離反應：乙烯的生成及實驗的教材特別多，另外乙醚僅列有反應式，可能考慮到乙醚是容易着火的物質，避免實驗時發生危險。

⑤ 加水分解反應：很多書都提到油脂的皂化反應，這可能是皂化價的關係，又有很多澱粉的加水分解之實驗例子，這是由於用碘 - 澱粉的反應來檢驗確認的方法應用很廣之故。

⑥ 酯化反應：尤其是乙酸乙酯的生成反應之實驗例子特別多。又由柳酸生成柳酸甲酯的反應或生成乙醯柳酸（阿司匹靈）的反應亦可見到，這可能是欲使學生注意到醫藥品的重要性之故。

⑦，⑧ 合成高分子的化學：幾乎每一教科書均有加成聚合或縮合聚合的反應例子，如耐綸、聚元酯的生成反應。但實驗例極少，可能要用到高價格試藥的關係。

2. 特殊教材：

在化學Ⅱ的每一教科書內之特殊教材，均可看出著者對教材構成的安排，費盡工夫。列舉如下：

① 雜環式化合物的一氮二烯伍圓（pyrrole）或一硫二烯伍圓（thiophene）及呋喃（furan）。

② 屬於烷化反應的弗立得爾及克拉夫脫反應（Friedel-Craft reaction）。

③ 共軛聚烯或多環狀芳香烴的非或苯駢非等的記載。

④ 說明反應機構的有機電子論。因有機反應不易死背，用理論來解釋，讓學生理解，雖然是好辦法，但對高中生直接導入有機電子論是不適宜的，以簡單的模型化說明作為在此階段的解釋或許較為妥當。如每一教科書都有苯的硝化反應及酯化反應，利用對這些反應機構的說明，想辦法用簡易的解釋讓學生來理解。

四、適合於高中的有機化學教材

高中程度的有機化學教材，希望以一些與日常生活較有關連的物質為對象，且其有機反應儘可能由實驗來讓學生理解的最為合適。由以上的討論列舉合適的教材如下：

1. 置換反應：

甲烷的鹵素置換，由乙醇生成乙醇鈉，乙醇與氫溴酸的反應，苯的鹵素置換，苯的硝化反應，氯苯重氮鹽與酚及 β -萘酚的偶聯反應。

2. 加成反應：

對乙烯及乙炔的溴或氯的加成，對乙炔的氯化氫，水的加成（可不作實驗）。

3. 氧化 - 還原反應：

乙醇被重鉻酸鉀氧化，二級醇的氧化，甲烷的燃燒反應，甲苯的氧化（不作實驗），硝基苯還原生成苯胺。

4. 脫離反應：由乙醇的脫水作用生成乙烯，及縮合作用生成乙醚，由乙酸及苯二甲酸生成無水物。

5. 加水分解反應：

乙酸乙酯的水解，油脂的皂化，澱粉的加水分解。

6. 酯化反應：

乙酸乙酯的生成，由苯胺生成乙醯苯胺，由柳酸生成乙醯柳酸（阿司匹靈）及柳酸甲酯。

7. 加成聚合反應：

聚乙烯的生成，氯乙烯及乙酸乙烯酯的生成，異戊二烯的聚合，合成橡膠的生成反應。

8. 縮合聚合反應：

酚樹脂的生成，聚元酯的生成，簡單的耐綸之生成，由氨基酸生成多縮氨基酸。

9. 其他的反應：

碳化鈣（電石）與水反應生成乙炔，Cumene 法（不做實驗）。

以上所列出的有機反應是最基本的，是較易被高中學生的程度所接受的，當然可以適當的選擇取捨。

資料來源：

內木場弘行，梅木松助，三瓶堯男，嶋田利郎，吉田隆史，「科學教育研究」 Vol. 3, No. 1, p. 37 (1979)。

讓學生也使用透明片

張富雄

國立臺灣師範大學附屬中學

為增加學生在教學過程中的活動量，及診斷全體學生形成性教學效果，讓學生使用透明片來表達其反應。視需要而每人或每三人一組，每組一張透明片及一支奇異筆。每遇例題後的習作、問題法的回答及計算式、創造性思考的解答、甚至口述測驗的回答，一旦教師提出要求，各組學生同時開始作答於透明片上，若是三人一組則每組更有討論的優點。一班約 16 至 18 組形成學習競賽，爭先提出透明片，教師收集時即加檢視，或先討論（在投影機上）先答者、或選出代表性者加以評論、或與學生討論主要的正確及錯誤概念。此時教師已瞭解學生的困難，正可採取適當的補救教學。

本法的優點在於教學過程中時時檢查學生進程和困難，教師隨時調整教學進程和表達方式以配合學生需要，透過競爭和討論，在教師的設計下，學生不但時時而且個個參與學習活動。
